TECNOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Embrapa

Banco do Nordeste

LUCIANO FEIJÃO XIMENES
MARIA SONIA LOPES DA SILVA
LUIZA TEIXEIRA DE LIMA BRITO
Editores Técnicos

TECNOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Fortaleza-CE
2019

Presidente:
Romildo Carneiro Rolim

Diretores:
Antônio Jorge Pontes Guimarães Júnior
Antônio Rosendo Neto Júnior
Cláudio Luíz Freire Lima
José Max Araújo Bezerra
Lúcio Rodrigues Capelleto
Perpétuo Socorro Cajazeiras

Economista-Chefe:
Luiz Alberto Esteves

Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE
Gerente de Ambiente:
Tibério Rômulo Romão Bernardo

Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais
Gerente Executivo:
Luciano Feijão Ximenes

Comitê de Editoração - CEDIT
Tibério R. Romão Bernardo (Coordenador - Etene)
Evangelina L. A. Matos (Ambiente de Comunicação)
Homero O. Guedes (Ambiente de Marketing)
Yara Maria A. Freire (Universidade Coorporativa)

Coordenador da Série de Livros Avulsos
Francisco Diniz Bezerra

Coordenadora da Série Teses e Dissertações
Luciana Mota Tomé

Coordenador da Série Ciência e Tecnologia
Luciano Feijão Ximenes

Coordenador da Série BNB Setorial
Luciano Feijão Ximenes

Coordenador da Série Documentos do Etene
Maria Odete Alves

Apoio:
Célula de Gestão de Informações Econômicas
Gerente Executivo:
Bruno Gabai

Equipe:
Gustavo Bezerra Carvalho - Diagramação
Hermano José Pinho - Revisão vernacular
José Wandemberg Rodrigues Almeida - Economista
Francisco Kaique F. Araújo - Bolsista de Nível Superior
Marcus V. A. Araujo - Bolsista de Nível Superior

Copyright©2009 Banco do Nordeste do Brasil S.A.
Depósito Legal junto à Biblioteca Nacional conforme a Lei nº 10.994, de 14 de dezembro de 2004

Todos os direitos reservados
De acordo com a Lei Nº 9.610, de 19 de Fevereiro de 1998, é proibida a reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte

O conteúdo dos capítulos é de inteira responsabilidade dos seus respectivos autores

Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro/ editores técnicos, Luciano Feijão Ximenes, Maria Sonia Lopes da Silva, Luiza Teixeira de Lima Brito. - Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil, 2019.
1116 p. : il. color.; 15,0 cm x 21,0 cm - (Série BNB Ciência e Tecnologia)

ISBN: 978-85-68360-28-6

1. Semiárido. 2. Tecnologia. 3. Convivência. 4. Economia. 5. Social. I. Ximenes, Luciano Feijão. II. Silva, Maria Sonia Lopes da. III. Brito, Luiza Teixeira de Lima. IV. Título. V. Série

CDD 338.9813

Editores Técnicos

Luciano Feijão Ximenes

Zootecnista. Doutor em Zootecnia (UFC). Gerente Executivo do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, Banco do Nordeste do Brasil S/A. Av. Dr. Silas Munguba 5.700, Bloco A2 Térreo, CEP: 60743-902, Passaré, Fortaleza, Ceará, Brasil. lucianoximenes@bnb.gov.br

Maria Sonia Lopes da Silva

Engenheira Agrônoma. Doutora em Ciência do Solo (UFRGS). Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Solos UEP Recife. Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, CEP: 51020-240, Recife, PE, Brasil. sonia.lopes@embrapa.br

Luiza Teixeira de Lima Brito

Engenheira Agrícola. Doutora em Recursos Naturais (UFPB). Pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Semiárido. BR 428, KM 152, Zona Rural, CEP: 56302-970, Petrolina, PE, Brasil. luiza.brito@embrapa.br

Autores

Ademar Barros da Silva (*In memoriam*)
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Solos e Nutrição de Plantas. Pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife.

Aderaldo de Souza Silva
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Edafologia. Pesquisador em Qualidade Ambiental da Embrapa Semiárido. aderaldo.silva@embrapa.br

Airton Saboya Valente Júnior
Economista. Doutor em Desenvolvimento Local e Território. Gerente Executivo do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE/Banco do Nordeste. airtonjr@bnb.gov.br

Alberício Pereira de Andrade
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia (Universidade de Córdoba). Prof. do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Pastagem - PPGCAP/UAG/UFRPE. albericio3@gmail.com

Alberto Neves Costa
Médico Veterinário. PhD, Professor Adjunto IV. Aposentado do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE. Ex-Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional CNPq/FAPERN/UFRN. albertoncosta@uol.com.br

Aldenôr Gomes da Silva
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Economia Aplicada/Unicamp-IE. Professor Visitante Sênior PPGCS/UFCG. aldenorprateiro@gmail.com

Alderi Emídio de Araújo
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia. Pesquisador da Embrapa Algodão. alderi.araujo@embrapa.br

Alexandre de Oliveira Lima
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Geodinâmica. Professor da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte - UERN. alexandrelimarn@gmail.com

Alexandre Hugo Cezar Barrros
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Física do Ambiente Agrícola. Pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife. alexandre.barros@embrapa.br

Aluizio Low Simões
Engenheiro Agrônomo. Mestre em Genética e Melhoramento. Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. aluizio.low@ipa.br

Amanda Germano de Souza Pereira
Graduanda no Curso de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco. amanda.germano@ufpe.br

Ana Clara Rodrigues Cavalcante
Zootecnista. Doutora em Ciência Animal e Pastagens. Pesquisadora da Embrapa Caprinos e Ovinos. ana.clara@embrapa.br

Ana Rita de Moraes Brandão Brito
Engenheira Agrônoma. Mestrado em Fitotecnia. Pesquisadora do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. ana.rita@ipa.br

André Luiz Rodrigues Magalhães
Zootecnista. Doutor em Zootecnia (UFV). Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagem - PPGCAP/UAG/UFRPE. Garanhuns - PE. andre30036@gmail.com

Antônio da Silva Souza
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura. antonio.silva-souza@embrapa.br

Antonio Félix da Costa
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Fitopatologia. Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. afelixc.ipa@gmail.com

Antonio Gomes Barbosa
Sociólogo. Coordenador do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), Articulação Semiárido Brasileiro (ASA). barbosa@asabrasil.org.br

Antônio Luiz Cordeiro da Silva
Zootecnista. Mestre em Produção Animal. Prof. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFPE. antonio.silva@vitoria.ifpe.edu.br

Ariosvaldo Nunes de Medeiros
Zootecnista. Doutor em Zootecnia (Unesp). Professor do PPGZ/CCA/UFPB. ariosvaldo.medeiros@gmail.com

Carlos Alberto Domingues da Silva
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Entomologia. Pesquisador da Embrapa Algodão. carlos.domingues-silva@embrapa.br

Cláudia de Castro Goulart
Zootecnista. Doutora em Zootecnia. Professora do Curso de Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. clcgoulart@hotmail.br

Claudio Almeida Ribeiro
Engenheiro Agrônomo. Especialista em Agroecologia. Assessor de coordenação do P1+2 (ASABRASIL). claudio.ribeiro@ap1mc.org.br

Cleber Franklin Santos de Oliveira
Zootecnista. Doutor em Zootecnia. Prof. Visitante da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT. c_f_s_o@hotmail.com

Cleso Antônio Patto Pacheco
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Genética e Melhoramento. Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros. cleso.pacheco@embrapa.br

Divan Soares da Silva
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Zootecnia (UFV). Professor do PPGZ/CCA/UFPB. divan13silva@gmail.com

Djalma Cordeiro dos Santos
Engenheiro Agrônomo. Mestre em Botânica (UFRPE). Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. djalma.cordeiro@ipa.br

Eder Jorge de Oliveira
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Biotecnologia Vegetal. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura. eder.oliveira@embrapa.br

Edna Cristina Jatobá de Barros
Cientista Social. Especialista em Políticas e Gestão em Segurança Pública. Coordenadora executiva do GAJOP. ednacjatoba@gmail.com

Eduardo Alves da Silva
Graduando no Curso de Engenharia Cartográfica, Universidade Federal de Pernambuco. eduardo.alves@ufpe.br

Élcio Gonçalves dos Santos
Zootecnista. Mestre em Zootecnia. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas - IFAL. elciogsantos@gmail.com

Elzânia Sales Pereira
Zootecnista. Doutora em Zootecnia. Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará - DZ/UFC. elzania@hotmail.com

Emerson Moreira de Aguiar
Zootecnista. Doutor em Produção Animal. Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. mailto:emersonmaufrn@gmail.com

Emiliano Fernandes Nassau Costa
Engenheiro Agrônomo. Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas. Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros. emiliano.costa@embrapa.br

Evandro Neves Muniz
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Zootecnia. Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros. evandro.muniz@embrapa.br

Faviano Ricelli Costa e Moreira
Médico Veterinário. Doutor em Zootecnia. Professor Efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFRN. favianor@uol.com.br

Fernanda Daniele Gonçalves Dantas
Zootecnista. Doutoranda em Produção Animal. Bolsista Capes/UFRN. dantasfernanda@gmail.com

Fernando Gomes da Silva
Engenheiro Agrônomo. Mestre em Botânica. Pesquisador da Seagri/Dipap - AL. gomes_opuntia@yahoo.br

Fernando Guilherme Perazzo Costa
Zootecnista. Doutor em Zootecnia. Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba DZ/UFPB. perazzo63@gmail.com

Fernando Lucas Torres de Mesquita
Zootecnista. Doutor em Biotecnologia. Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco -IPA. fernando.mesquita@ipa.br

Florisvaldo Xavier Guedes
Engenheiro Agrícola. Mestre em Recursos Hídricos. Pesquisador da Emparn. fxguedes-emparn@rn.gov.br

Francisco Pinheiro de Araújo
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Horticultura. Pesquisador da Embrapa Semiárido. pinheiro.araujo@embrapa.br

Francislene Angelotti
Engenheira Agrônoma. Doutora em Agronomia. Pesquisadora da Embrapa Semiárido. francislene.angelotti@embrapa.br

Geovergue Rodrigues de Medeiros
Ciências Agrárias. Doutor em Zootecnia. Pesquisador do Instituto Nacional do Semiárido - INSA/MCTIC. geovergue.medeiros@insa.gov.br

Gizelia Barbosa Ferreira
Engenheira Agrônoma. Doutoranda da Universidad Pablo de Olavide. Professora do IFPE, Campus Vitória de Santo Antão, PE. gizelia.ferreira@vitoria.ifpe.edu.br

Guilherme Ferreira da Costa Lima
Médico Veterinário. Ph.D em Produção Vegetal. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A Emparn/Embrapa. guilhermeemparn@hotmail.com

Guilherme Saraiva Gonçalves Bach
Zootecnista. Mestre em Zootecnia. Atacadão Agropecuário Santa Francisca Ltda. guizootec@hotmail.com

Gustavo José Azevedo Medeiros da Silva
Zootecnista. gustavojamds@gmail.com

Haroldo Schistek
Teólogo pela Universidade de Salzburgo (Áustria). Agrônomo pela Universidade de Agricultura em Viena e Faculdade de Agronomia do Médio São Francisco, em Juazeiro, Bahia. É idealizador do Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA. haroldo@irpaa.org

Hélio Wilson Lemos de Carvalho
Engenheiro Agrônomo. Mestre em Agronomia. Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros. helio.carvalho@emprapa.br

Henrique Rocha de Medeiros
Médico Veterinário. Doutorado em Ciência Animal e Pastagens. Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. hrdemedeiros@yahoo.com.br

Iêdo Bezerra Sá
Engenheiro Florestal. Doutor em Geoprocessamento. Pesquisador da Embrapa Semiárido. iedo.sa@embrapa.br

Ivan Ferraz
Engenheiro Agrônomo. Mestre em Fitotecnia. Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. ivan.ferraz@ipa.br

Ivandro de França da Silva
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Ciência do Solo (UFRGS). Professor do PPGA/CCA/UFPB. ivandro@cca.ufpb.br

Jackson Dantas Coêlho
Economista. Mestre em Economia Rural. Coordenador de Estudos e Pesquisas do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste/Banco do Nordeste. jacksondantas@bnb.gov.br

Jalceyr Pessoa Figueiredo Júnior
Zootecnista. Doutor em Zootecnia. Secretaria de Estado de Agropecuária do Acre – SEAP. peudure@hotmail.com

Janaína Oliveira de Araújo
Nutricionista. Autônoma. janaina.nutri1@gmail.com

Jean Carlos de Andrade Medeiros (***in memoriam***)
Engenheiro Agrônomo. M.Sc. em Agroecossistemas. Coord. do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) ASA Brasil

José Barbosa dos Anjos
Engenheiro Agrônomo. M. Sc. Pesquisador da Embrapa Semiárido. jose-barbosa.anjos@embrapa.br

José Coelho de Araújo Filho
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Geociências. Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife. jose.coelho@embrapa.br

José Espínola Sobrinho
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Recursos Naturais. Professor da Universidade Federal Rural do Semiárido/UFERSA. jespinola@ufersa.edu.br

José Geraldo Eugênio de França
Engenheiro Agrônomo. PhD em Genética e Melhoramento Vegetal. Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. geraldo.eugenio@ipa.br

José Geraldo Medeiros da Silva
Zootecnista. Doutor em Produção Animal. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A - Emparn. josegeraldomdsilva@gmail.com

José Gomes da Silva Filho
Engenheiro Agrônomo. Especialista em Irrigação e Drenagem. Gerente de Perímetro Irrigado da COHIDRO – Canindé do São Francisco/SE. sillvva@bol.com.br

José Humberto Vilar da Silva
Zootecnista. Doutor em Zootecnia. Professor da Universidade Federal da Paraíba - UFPB. vilardasiva@yahoo.com.br

José Lincoln Pinheiro Araújo
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Ingeniero Agronomo Programa Economia Agroalimentar. Pesquisador Embrapa Semiárido. lincoln.araujo@embrapa.br

José Neuman Miranda Neiva
Engenheiro Agrônomo. Doutorado em Zootecnia. Professor da Universidade Federal do Tocantins (UFT). araguaia2007@gmail.com

José Nildo Tabosa
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Técnicas Energéticas e Nucleares. Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. nildo.tabosa@ipa.br

José Simplício de Holanda
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Nutrição de Plantas. simplicioemparn@rn.gov.br

Josimar Bento Simplício
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Fitotecnia. Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. josimar.bento@ufrpe.br

Leandro Silva do Vale
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia. leandroferligran@hotmail.com

Luciana Gonçalves de Oliveira
Bióloga. Doutora em Biologia de Fungos. Pesquisadora do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. lugoliveira@yahoo.com.br

Luciano Cordoval de Barros
Engenheiro Agrônomo. Especialista em Irrigação e Drenagem. Analista da Embrapa Milho e Sorgo. luciano.cordoval@embrapa.br

Luciano José de Oliveira Accioly
Engenheiro Agrônomo, Ph. D. em Solo, Água e Ciências do Meio Ambiente. Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife. luciano.accioly@embrapa.br

Luciano Patto Novaes
Engenheiro Agrônomo. PhD em Produção Animal. Professor da UFRN. lpn@ufrnet.br

Lúcio Alberto Pereira
Ecologista. Doutor em Geociências e Meio Ambiente. Pesquisador da Embrapa Semiárido. lucio.pereira@embrapa.br

Luiza Teixeira de Lima Brito
Engenheira Agrícola. Doutora em Recursos Naturais. Pesquisadora da Embrapa Semiárido. luiza.brito@embrapa.br

Magna Soelma Beserra de Moura
Engenheira Agrônoma. Doutora em Recursos Naturais. Pesquisadora da Embrapa Semiárido. magna.moura@.embrapa.br

Magno José Duarte Cândido
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Zootecnia. Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. magno@ufc.br

Manoel Abílio de Queiroz
Engenheiro Agrônomo. PhD em Recursos Genéticos. Professor da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). manoelabilio@terra.com.br

Manoel Batista de Oliveira Neto
Engenheiro Agrônomo. Mestrado em Agronomia. Pesquisador da Embrapa Solos - UEP Recife. manoel.neto@embrapa.br

Marcelo Abdon Lira
Engenheiro Agrônomo. Mestrado em Fitotecnia. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN. marcelo-emparn@rn.gov.br

Marcelo Hélder Medeiros Santana
Zootecnista. Doutor em Zootecnia. Professor do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia da Paraíba - IFPB. marcelo.santana@ifpb.edu.br

Márcia Moura Moreira
Engenheira Agrônoma. Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas. marcia.moureira@gmail.com

Margareth Maria Teles Rego
Engenheira Agrônoma. Doutora em Zootecnia. Bolsista Emparn PNPD/Capes. margarethmariateles@yahoo.com.br

Maria da Conceição Martiniano de Souza
Engenheira Agrônoma. Doutora em Genética e Melhoramento. Pesquisadora do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. maria.martiniano@ipa.br

Maria da Conceição Silva
Zootecnista. Doutora em Zootecnia (UFRPE). Pesquisadora do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. conceicao.silva@ipa.br

Maria de Fátima Vidal
Engenheira Agrônoma. Mestre em Economia Rural. Coordenadora de Estudos e Pesquisas do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE/Banco do Nordeste. fatimavidal@bnb.gov.br

Maria Michelly de Lima Silva
Técnica em Agropecuária (autônoma). michellylima-14@hotmail.com

Maria Odete Alves
Engenheira Agrônoma. Doutora em Desenvolvimento Sustentável. Coordenadora de Estudos e Pesquisas do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE/Banco do Nordeste. moalves@bnb.gov.br

Maria Socorro de Souza Carneiro
Engenheira Agrônoma. Doutora em Zootecnia. Professora do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará - DZ/UFC. msocorro@ufc.br

Maria Sonia Lopes da Silva
Engenheira Agrônoma. Doutora em Ciência do Solo. Pesquisadora da Embrapa Solos UEP Recife. sonia.lopes@embrapa.br

Mariah Tenório de Carvalho Souza
Zootecnista. Doutora em Zootecnia (PDIZ/CCA/UFPB). mariah_tenorio@hotmail.com

Mário de Andrade Lira (*In memoriam*)
Engenheiro Agrônomo. PhD em Agronomia (Universidade do Arizona). Pesquisador do IPA. Bolsista do CNPq. mariolira@terra.com.br

Milton José Cardoso
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Fitotecnia. Pesquisador da Embrapa Meio Norte. milton.cardoso@embrapa.br

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão *(In memoriam)*
Engenheiro Agrônomo. Pós-Doutor em Engenharia Agrícola. Pesquisador da Embrapa Algodão.

Nathália Gabrielle de Araújo Leite
Bióloga. Doutora em Ciências Biológicas

Newton Auto de Souza
Engenheiro Agrônomo. Mestre em Produção Vegetal. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). souza.newtonauto@gmail.com

Nilton de Brito Cavalcanti
Administrador de Empresas. M.Sc. Extensão Rural. Embrapa Semiárido. nilton.brito@embrapa.br

Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva
Engenheiro Agrícola, D.Sc. em Agronomia. Pesquisador da Embrapa Algodão. odilon.silva@embrapa.br

Patrícia Emília Naves Givisiez
Médica Veterinária. Doutora em Zootecnia. Professora Associada do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. patriciagivisiez@gmail.com

Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro
Químico. Esp. Gestão Ambiental. MSc Química. Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo. paulo.eduardo@embrapa.br

Priscilla Barbosa da Silva
Licenciada em História. Mestre em Antropologia. Assessora técnica do P1+2 (ASABRASIL). priscilla.silva@ap1mc.org.br

Rebert Coelho Correia
Engenheiro Agrônomo. Mestre em Economia Rural. Pesquisador da Embrapa Semiárido. rebert.correia@embrapa.br

Riselane de Lucena Alcântara Bruno
Engenheira Agrônoma. Doutora em Agronomia (Universidade de Madrid). Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - PPGA/CCA/UFPB. lanebruno.bruno@gmail.com

Rômulo Menna Barreto Valença
Médico Veterinário. Doutor em Medicina Veterinária. Professor do Curso de Medicina Veterinária da UNIBRA/ Centro Universitário Brasileiro.

Roseli Freire de Melo
Engenheira Agrônoma. Doutora em Solos e Nutrição de Plantas. Pesquisadora da Embrapa Semiárido. roseli.melo@embrapa.br

Sandra Maria Batista Silveira
Assistente Social. M.Sc. em Serviço Social. Assª da Coord. do Prog. Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) ASA Brasil. sandra@asabrasil.org.br

Tarcisio Marcos de Souza Gondim
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia. Pesquisador da Embrapa Algodão. tarcisio.gondim@embrapa.br

Terezinha Domiciano Dantas Martins
Médica Veterinária. Doutora em Zootecnia. Professora Associada IV da Universidade Federal da Paraíba - UFPB. domidantas@yahoo.com.br

Thieres George Freire da Silva
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Meteorologia Agrícola. Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST. thieres_freire@yahoo.com.br

Tony Jarbas Ferreira Cunha
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia. Pesquisador da Embrapa Semiárido. tony.cunha@embrapa.br

Vanda Lúcia Arcanjo Pereira
Zootecnista. Mestre em Zootecnia (UFC). Pesquisadora do Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA. vanda.arcanjo@ipa.br

Vanderlei da Silva Santos
Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura. vanderlei.silva-santos@embrapa.br

Vanessa Diniz Vieira
Médica Veterinária. Doutora em Medicina Veterinária. Professora da Faculdade Integrada de Patos - FIP. vanessa.veterinaria@hotmail.com

Vânia Trindade Barrêtto Canuto
Engenheira Agrônoma. Doutora em Agronomia. Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) à disposição da Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA). vania.canuto@ipa.br

Visêldo Ribeiro de Oliveira
Engenheiro Florestal. Doutor em Ciências. Pesquisador da Embrapa Semiárido. viseldo.oliveira@embrapa.br

Waltemilton Vieira Cartaxo
Administrador de Empresas. Analista da Embrapa Algodão. waltemilton.cartaxo@cnpa.embrapa.br

Werônica Meira de Souza
Metereologista. Doutora em Recursos Naturais. Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE. weronicameira@gmail.com

William de Jesus Ericeira Mochel Filho
Engenheiro Agrônomo. Doutorado em Zootecnia. Professor Visitante da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL. william.mochel@gmail.com

Wllissis Gonçalves de Sousa
Zootecnista. Mestre em Zootecnia. Instituto Agropolos do Ceará. wllissis.sousa@sda.ce.gov.br

Apresentação

De acordo com saudoso Prof. Guimarães Duque (1982), em sua obra “Perspectivas Nordestinas”, o Nordeste não é árido ou semiárido na sua extensão; é um mosaico de ambientes que variam com o clima, o tipo de vegetação e os fatores edáficos. A grandeza do território brasileiro tem fantástica diversidade de ecossistemas e de fenômenos climáticos cujos efeitos têm contribuído para a “estabilidade” na produção agropecuária nacional.

Na década de 1950, ações governamentais foram determinantes para o conhecimento econômico das secas, com a criação do Banco do Nordeste do Brasil - BNB e seu Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE. Alves de Andrade (1970), na obra "O secular problema das secas do Nordeste brasileiro", destacou que com o surgimento e a implantação do BNB, institucionalizou-se a nova filosofia “o objetivo não mais seria combater o fenômeno físico da seca, mas manter e melhorar o bem-estar econômico da Região”. A nova agência encampa e inicia o esforço pioneiro do desenvolvimento econômico do Nordeste.

Algo deveria ser feito de forma definitiva. Neste sentido, Paulo Guerra (1981) explicou que a ideia de criação do BNB brotou da mente de Horácio Láfer, Ministro da Fazenda de Getúlio Vargas, em visita ao Nordeste na seca de 1951, sentiu a necessidade de uma instituição que fornecesse ao agricultor crédito de longo prazo. Assim, na mensagem nº 363, de 23 de outubro de 1951, o Presidente Vargas apresentou ao Congresso Nacional o projeto de lei que criava o Banco do Nordeste do Brasil. Destaca-se da Lei Federal Nº 1.649, de 19/07/52:

> Art. 17. O Poder Executivo, ao adotar as providências autorizadas no § 3º do art. 5º, e ao regulamentar as operações do Banco, levará em conta a necessidade de um nível mínimo de liquidez, a fim de reforçar a reserva líquida constituída para socorro às populações atingidas pelas sêcas.
>
> Art. 18. O Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas e outros órgãos públicos prestarão ao Banco a assistência técnica que estiver a seu alcance.
>
> Parágrafo único. O Banco, por sua vez, colaborará, através do Escritório Técnico de Estudos Econômicos, que manterá, no exame dos problemas da região a cargo do Departamento Nacional de Obras Contra as Sêcas.

As pesquisas do Banco do Nordeste, por meio do ETENE, foram pioneiras, estudos de cenários socioeconômicos e sobre as secas. Como destacou Paulo Guerra (1981), o Banco não somente apontou os desníveis, mas os pontos de estrangulamento a serem vencidos, dentre outras, da necessidade de estudos e pesquisas em todas as áreas tecnológicas. Assim, desde sua criação, o Banco do Nordeste tem, por meio do Escritório de Estudos Econômicos, associado o "financiamento e conhecimento".

Na construção da atual plataforma de informações sobre o Nordeste, foi fundamental o estabelecimento de equipes multidisciplinares de diversas instituições de pesquisa, de extensão rural e de atores do setor produtivo. O BNB contribuiu também no estabelecimento destas na Região, no apoio técnico e financeiro para o desenvolvimento de projetos de pesquisas básica, e aplicadas, bem como na validação e na transferências de tecnologias.

Nesta oportunidade, a obra TECNOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO BRASILEIRO sintetiza parte desta atuação institucional do Banco do Nordeste, apresentando à sociedade o retorno desta instituição de desenvolvimento e seus parceiros com alternativas tecnológicas de baixo custo para melhoria da convivência de mais de 27 milhões de pessoas, em uma área de 1,13 milhão de km^2, o Semiárido - Área de Atuação do Banco do Nordeste.

Romildo Carneiro Rolim
Presidente do Banco do Nordeste do Brasil

Prefácio

O livro Tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro reúne resultados de pesquisas exitosas de mais de cinquenta pesquisadores, professores, técnicos de instituições públicas, privadas e de organizações não governamentais, além de produtores.

O livro traz uma reflexão sobre o desenvolvimento agrícola e rural da Região, abrangendo seis grandes temas como: Aspectos naturais e agrossocioeconômicos do Nordeste Semiárido, Aspectos tecnológicos relacionados à captação e armazenamento de água de chuva, Alternativas forrageiras, Espécies vegetais alimentares, Alternativas complementares de renda e Extrativismo sustentável.

Apresenta uma caracterização dos diferentes ambientes do Semiárido, ressaltando-se suas potencialidades, limitações e aspectos socioeconômicos. Quanto aos recursos naturais, evidencia-se o clima como fator de maior influência na formação dos solos da região e destaca que os mais favoráveis para uso agrícola são, principalmente, as coberturas pedimentares sobre rochas cristalinas.

No que se refere as mudanças climáticas e desertificação os autores apresentam o fluxo dos processos que concorrem para alterações no clima local em alinhamento com as previsões dos Painéis de Mudanças Climáticas. Apresenta, também, uma reflexão sobre o desafio das pequenas propriedades do Semiárido em prover renda e garantia da sustentabilidade e qualidade de vida para sua população. Embora exista um conjunto de tecnologias capazes de propiciar a convivência do homem com as condições de semiaridez, o seu uso, em geral, esbarra na limitação de políticas de desenvolvimento e inovação.

O livro destaca que, nas últimas décadas, tem sido utilizado um modelo "participativo", de transferência do conhecimento e de inovação no qual o agricultor critica sua realidade e toma as decisões em conjunto com as instituições. Nesse modelo, o conhecimento sobre a realidade local, as experiências de agricultores e o entendimento do que é "Rural" no mundo moderno, na concepção de especialistas, induzem à elaboração de uma agenda de desenvolvimento sustentável para o Semiárido brasileiro.

A convivência do homem com as condições de semiaridez é um relevante tema de pesquisa desde a década de 1970, quando a Embrapa protagonizou um programa de captação, armazenamento e o manejo de água de chuva. A partir daí foram desenvolvidas ou adaptadas tecnologias hídricas utilizadas em países com características climáticas similares. Entre as alternativas estudadas destaca-se as cisternas de consumo humano, animal e de produção; barragem subterrânea; irrigação de salvação; captação in situ; tanque de pedra; barreiro trincheira; barraginhas. A maioria dessas tecnologias, compõe o "Programa Cisterna" do governo federal, desde 2003.

A produção pecuária e alternativas de alimentação para o rebanho também são temas relevantes abordados no livro. São apresentados resultados promissores de identificação de genótipos, advindos do melhoramento genético da palma forrageira, com registros de clones com resistência à cochonilha-do-carmim, plantio adensado e irrigado, com a obtenção de elevadas produtividades. Além disso, recomenda o uso de plantas xerófilas da Caatinga, de alto potencial forrageiro e excelente valor nutritivo para a alimentação de ruminantes, sempre atento à sustentabilidade.

Opções de cultivo do sorgo são relatadas em alguns capítulos do livro, com destaque para o Zoneamento de Risco Climático como ferramenta na definição de áreas, período de plantio e cultivares, visando a redução dos riscos de frustração de safra. Somado a isso, programas de melhoramento têm apresentado cultivares adaptadas às adversidades climáticas da região.

Entre as espécies alimentares, o cultivo de frutíferas nativas ou introduzidas são uma realidade e conta com empreendimentos instalados no Semiárido, como alternativas econômicas de

grande potencial para a agricultura familiar. Feijão-caupi, milho e mandioca se sobressaem devido à sua importância na alimentação humana e animal. Quanto ao feijão-caupi, merecem destaque as ações de melhoramento voltadas para o desenvolvimento de cultivares com alto potencial de rendimento, resistência a doenças, potencial simbiótico com bactérias fixadoras de nitrogênio e tolerância ao deficit hídrico e solos salinos.

Na perspectiva de geração de oportunidade de renda e da melhoria de qualidade de vida das famílias no Semiárido, o livro também apresenta alternativas tecnológicas para a suinocultura regional, ressaltando-se as limitações da logística para a produção de rações, escoamento da produção e comercialização. Para a avicultura, são apresentadas alternativas de manejo e de alimentação. Para apicultura destaca-se o mel proveniente de sistema de produção de base ecológica.

Outra alternativa apontada é o plantio de oleaginosas para a produção de biodiesel, com perspectivas de inserção dessa cadeia produtiva na economia local, podendo impulsionar o desenvolvimento econômico e a inclusão social de uma parcela da população com a criação de empregos rurais. De modo semelhante, a exploração do sisal é apresentada como uma importante fonte de divisas, especialmente em 82 municípios baianos. O capítulo referente ao sisal traz informações técnicas dos últimos 20 anos. Finalmente, o extrativismo da carnaúba é destacado enfocando-se a necessidade de estimular parcerias com a indústria para o desenvolvimento de ativos da cera de carnaúba (cosméticos, fármacos, emulsão, parafina, plástico para a indústria alimentícia).

Em nome das instituições participantes desta obra, a Embrapa Semiárido, tem a honra de prefaciar o livro Tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro com o firme propósito de contribuir para o conhecimento e aprimoramento das informações sobre as potencialidades e limitações do Semiárido brasileiro.

Pedro Carlos Gama da Silva

Chefe-Geral da Embrapa Semiárido

Agradecimentos

A publicação deste livro só foi possível graças ao apoio e a colaboração de todos. Muitos foram os que ajudaram a torná-lo uma realidade. Por isso, fazemos questão de registrar nossos agradecimentos:

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) por fomentar projetos de pesquisa e desenvolvimento no âmbito da agropecuária, na região semiárida brasileira, demonstrando sua credibilidade de que o Semiárido é um espaço socioecológico e economicamente produtivo.

Aos autores que deixaram fluir anos de conhecimento, experiência, vivência e aprendizado dando vida a esta obra.

Às instituições parceiras do setor público e as da sociedade civil por contribuir incessantemente com o bem viver na região semiárida brasileira.

Às famílias agricultoras da Região por serem os verdadeiros atores do processo de inclusão socioprodutiva

Aos que não puderam estar conosco nesta jornada, pois nos motivaram a reconhecer outras competências.

Aos que desistiram no meio do caminho por nos fazer acreditar que para Deus nada é impossível e que tudo é no tempo do Criador.

Aos autores que partiram desta vida, mas nos deixaram um legado de um convívio saudável com o Semiárido brasileiro.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta obra.

> "Se o sertão do Nordeste não fosse exposto às secas periódicas, ou mesmo sofrendo esse flagelo, se a sua economia se tivesse consolidado de forma a garantir à sua população um poder aquisitivo razoável, estou certo que o sertão do Nordeste não ficaria entre as áreas de fome do continente americano".
>
> Josué de Castro - Sete Palmos de Terra e um Caixão: ensaio sobre o Nordeste, área explosiva.

SUMÁRIO

Tema 1 - Aspectos naturais e agrossocioeconômicos do Nordeste Semiárido

Capítulo 1 - Ambientes e solos do Semiárido: potencialidades, limitações e aspectos socioeconômicos 17
José Coelho de Araújo Filho, Rebert Coelho Correia, Tony Jarbas Ferreira Cunha, Manoel Batista de Oliveira Neto, José Lincoln Pinheiro Araújo, Maria Michelly de Lima Silva

Capítulo 2 - Aspectos meteorológicos do semiárido brasileiro 85
Magna Soelma Beserra de Moura, José Espínola Sobrinho, Thieres George Freire da Silva, Werônica Meira de Souza

Capítulo 3 - Comunicação entre três atores nas áreas de concentração de fruteiras no Nordeste brasileiro: o pequeno fruticultor, suas organizações e os extensionistas rurais 105
Maria Odete Alves, Airton Saboya Valente Junior

Capítulo 4 - Desenvolvimento, ruralidades e políticas públicas na região semiárida do Nordeste do Brasil: uma agenda para o Brasil e para o Nordeste 139
Aldenôr Gomes da Silva

Capítulo 5- Mudanças climáticas e desertificação 161
Luciano José de Oliveira Accioly, Ademar Barros da Silva, Francislene Angelotti, Iêdo Bezerra Sá, Eduardo Alves da Silva, Amanda Germano de Souza Pereira

Tema 2 - Aspectos tecnológicos relacionados à captação e armazenamento de água de chuva

Capítulo 1- Captação e uso de água de chuva em cisternas: uma estratégia para convivência com o semiárido brasileiro 187
Luiza Teixeira de Lima Brito, Jean Carlos de Andrade Medeiros, Sandra Maria Batista Silveira, Janaína Oliveira de Araújo, Nilton de Brito Cavalcanti

Capítulo 2 - Barragem subterrânea 223
Maria Sonia Lopes da Silva, Alexandre de Oliveira Lima, Márcia Moura Moreira, Gizelia Barbosa Ferreira, Antônio Gomes Barbosa, Roseli Freire de Melo, Manoel Batista de Oliveira Neto

Capítulo 3 - Técnicas de preparo de solo e de captação de água de chuva *in situ* para produção vegetal 283
José Barbosa dos Anjos, Luiza T. de L. Brito, Nilton de Brito Cavalcanti, Maria Sonia Lopes da Silva

Capítulo 4- Barreiro para uso da água em irrigação de salvação 307
Luiza T. de L. Brito, Aderaldo de S. Silva, Roseli F. de Melo, José Barbosa dos Anjos, Lúcio Alberto Pereira

Capítulo 5- O tanque de pedra como tecnologia de captação e armazenamento de água de chuva e gestão comunitária dos recursos hídricos 325
Claudio Almeida Ribeiro, Edna Cristina Jatobá de Barros, Priscilla Barbosa da Silva

Capítulo 6 - A bomba d'água popular 345
Haroldo Schistek

Capítulo 7 - Captação de água de chuva por barraginhas 367
Luciano Cordoval de Barros, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro

Tema 3 - Alternativas forrageiras

Capítulo 1- Produção intensiva da palma forrageira adensada e irrigada no Rio Grande do Norte... 401
Guilherme F. da C. Lima, José Geraldo M. da Silva, Margareth M. T. Rego, Florisvaldo X. Guedes, Emerson M. de Aguiar, Fernanda D. G. Dantas, Luciano P. Novaes, Gustavo J. A. M. da Silva

Capítulo 2 - Melhoramento genético da palma forrageira (*opuntia ficus-indica mill* e *nopalea cochenillifera salm-dyck*) 433
Djalma Cordeiro dos Santos, Mário de Andrade Lira, Maria da C. Silva, Vanda L. Arcanjo Pereira

Capítulo 3 - Lavouras xerófilas como estratégia de produção de forragem no Semiárido..... 453
Alberício P. de Andrade, Divan S. da Silva, Geovergue R. de Medeiros, Ariosvaldo N. de Medeiros, Mariah T. de C. Souza, Ivandro de F. da Silva, Riselane de L. A. Bruno, André Luiz R. Magalhães

Capítulo 4 - Importância do melhoramento genético de diferentes tipos de sorgo para as mesorregiões do agreste, sertão e afins do semiárido brasileiro 515
José Nildo Tabosa, Alexandre H. C. Barrros, Fernando G. da Silva, Ana Rita de M. B. Brito, Aluizio Low Simões, Fernando L. T. de Mesquita, José Gomes da Silva Filho, José Geraldo Eugênio de França, Ademar Barros da Silva, Ivan Ferraz, Antônio Luiz Cordeiro, Josimar Bento Simplício

Capítulo 5 - Conservação de alimentos para ruminantes..... 571
Magno José Duarte Cândido, Maria Socorro de Souza Carneiro, Elzânia Sales Pereira, Ana Clara Rodrigues Cavalcante, José Neuman Miranda Neiva, William de Jesus Ericeira Mochel Filho

Capítulo 6 - Viabilidade técnica e econômica do uso de sorgo granífero na alimentação de suínos.... 633
Alberto Neves Costa, Terezinha Domiciano Dantas Martins, Faviano Ricelli Costa e Moreira, José Humberto Vilar da Silva, Henrique Rocha de Medeiros

Capítulo 7- Alimentação alternativa para aves caipiras criadas no semiárido brasileiro..... 679
Fernando Guilherme Perazzo Costa, Cláudia de Castro Goulart, Patrícia Emília Naves Givisiez, José Humberto Vilar da Silva, Wllissis Gonçalves de Sousa, Cleber Franklin Santos de Oliveira

Tema 4 - Espécies vegetais alimentares

Capítulo 1 - Espécies frutíferas nativas ou introduzidas em condições de sequeiro no semiárido brasileiro 705
Francisco Pinheiro de Araújo, Manoel Abílio de Queiroz, Visêldo Ribeiro de Oliveira

Capítulo 2 - Melhoramento do feijão-caupi para o semiárido brasileiro: situação atual e perspectivas 747
Antonio Félix da Costa, Luciana Gonçalves de Oliveira, Maria da Conceição Martiniano de Souza, Nathália Gabrielle de Araújo Leite, Vânia Trindade Barrêtto Canuto

Capítulo 3 - Melhoramento genético de milho aplicado ao Nordeste brasileiro 809
Hélio Wilson Lemos de Carvalho, Emiliano Fernandes Nassau Costa, Cleso Antônio Patto Pacheco, Milton José Cardoso, José Nildo Tabosa, Marcelo Abdon Lira

Capítulo 4 - Utilização da mandioca na alimentação humana e animal 869
Vanderlei da Silva Santos, Eder Jorge de Oliveira, Antônio da Silva Souza, Evandro Neves Muniz

Tema 5 - Alternativas complementares de renda

Capítulo 1- A cadeia produtiva do sisal no Nordeste brasileiro 911
Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva, Waltemilton Vieira Cartaxo

Capítulo 2- Culturas oleaginosas 955
Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão (*In memorian*), Carlos Alberto Domingues da Silva, Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva, Waltemilton Vieira Cartaxo, Leandro Silva do Vale

Capítulo 3- Manejo e produção de suínos no ambiente semiárido 983
Alberto Neves Costa, Terezinha D. D. Martins, Faviano R. C. e Moreira, Rômulo M. B. Valença

Capítulo 4- Incremento na renda familiar com a adoção das novas tecnologias para a avicultura caipira 1003
Newton Auto de Souza, Vanessa Diniz Vieira, José Simplício de Holanda

Capítulo 5- Incubação alternativa de ovos de aves domésticas: perspectiva para a agricultura familiar 1041
Patrícia E. N. Givisiez, Jalceyr P. F. Júnior, Guilherme S. G. Bach, Élcio G. dos Santos, Marcelo Hélder Medeiros Santana, Fernando Guilherme Perazzo Costa, José Humberto Vilar da Silva

Capítulo 6- Produção de mel na Área de Atuação do BNB entre 2011 e 2016 1065
Maria de Fátima Vidal

Tema 6 - Extrativismo sustentável

Capítulo 1- O extrativismo da carnaúba no Nordeste 1087
Maria Odete Alves, Jackson Dantas Coêlho

Tema 1

Aspectos naturais e agrossocioeconômicos do Nordeste Semiárido

Capítulo 1

Ambientes e solos do semiárido: potencialidades, limitações e aspectos socioeconômicos

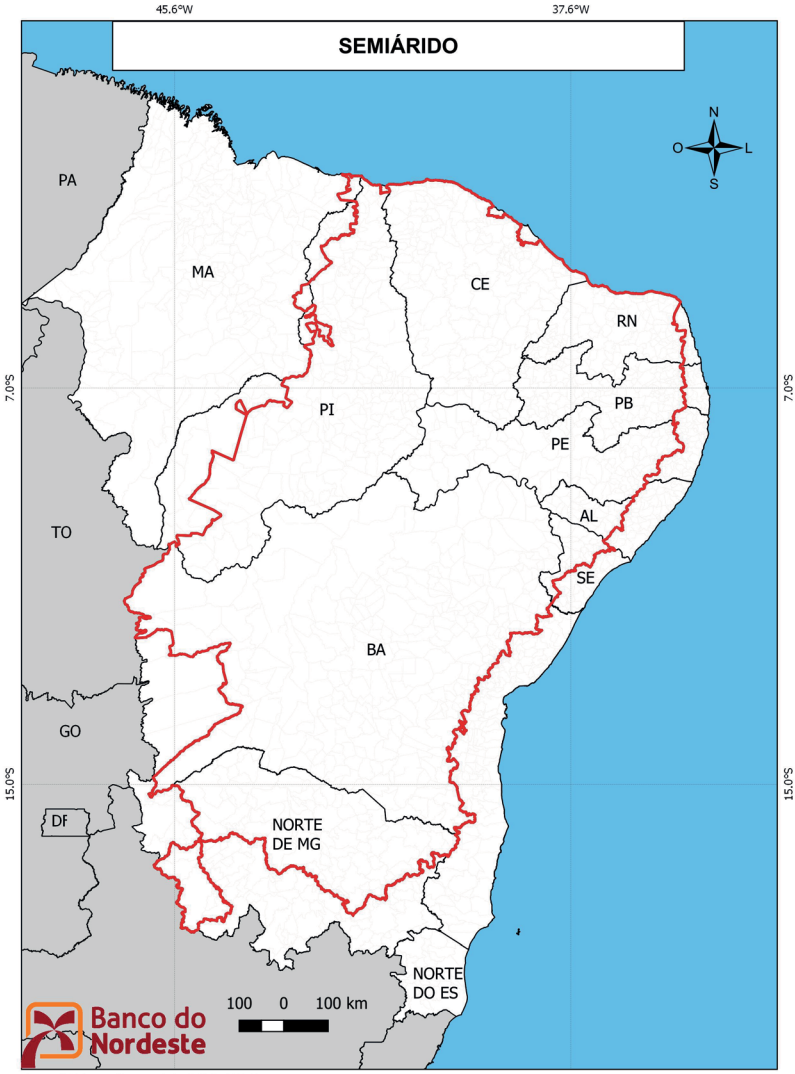
José Coelho de Araújo Filho
Rebert Coelho Correia
Tony Jarbas Ferreira Cunha
Manoel Batista de Oliveira Neto
José Lincoln Pinheiro Araújo
Maria Michele de Lima Silva

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo focaliza os diferentes ambientes e solos do semiárido brasileiro, pondo em evidência suas potencialidades, limitações e aspectos socioeconômicos.

O semiárido brasileiro ocupa a porção mais seca do Nordeste do Brasil indo até o norte de Minas Gerais. Em estudo recente (BRASIL, 2017) a sua área foi delimitada com um valor aproximado de 1.128.697 km^2 (Figura 1).

Figura 1 – O semiárido brasileiro



Fonte: IBGE, malha municipal digital 2015
Elaboração: BNB, ETENE.

A região caracteriza-se, fundamentalmente, por apresentar um período seco que varia, normalmente, de 6 a 8 meses, com precipitações pluvio-

métricas muito irregulares tendo médias anuais na faixa de 400 a 800 mm. As temperaturas são mais estáveis com média anual na faixa de 24 a 26ºC, podendo ser atenuadas nos ambientes mais elevados para uma média ao redor de 22ºC (JACOMINE, 1996; SILVA et al., 1993; BRASIL, 1972b; BRASIL, 1973a). Ao contrário das baixas precipitações pluviométricas, a evapotranspiração média anual é bastante elevada e atinge valores ao redor de 2000 mm (SÁ; SILVA, 2010). É importante ressaltar que, não apenas a escassez, mas sobretudo, as marcantes irregularidades das chuvas, seja no mesmo ano ou entre anos distintos, são fatores decisivos que concorrem para as perdas de safras dos agricultores na região.

Do ponto de vista socioeconômico, as estatísticas demonstram que a população do semiárido brasileiro, no período de 2000/2010, aumentou 8,3% enquanto que a da região Nordeste, no mesmo período, o aumento foi de 11,2%. Em relação à população nacional, 12,3% residia no semiárido em 2000, porém reduziu para 11,8% em 2010 (Tabela 1). Quando se observa a população estimada de 2018, verifica-se que a população nacional cresceu 22,7% em relação ao ano de 2010, enquanto a população nordestina e do Semiárido cresceram 18,9 e 14,4%, respectivamente.

Tabela 1 – População residente no Brasil, Nordeste e no semiárido brasileiro (2000, 2010 e 2018)

Território	Ano		
	2000	2010	2018*
Brasil	169.799.170	190.732.694	208.494.900
Nordeste	47.741.711	53.078.137	56.760.780
Semiárido Nordestino	20.877.925	22.622.240	23.936.225

Fonte: elaborada pelos autores com base em dados do IBGE (2000; 2010 e 2018).
*População estimada.

Em termos de atividades agropecuárias constata-se que, no período de 1996/2006, houve redução no número de pessoas ocupadas no país, assim como na região Nordeste e no semiárido. Quando se analisa a relação da mão de obra no setor agropecuário do Nordeste em relação ao mesmo setor do Brasil, verifica-se que a mesma atinge 46,5%. Também se constata que a maioria das pessoas ocupadas nesse setor fica situada na região semiárida (82,5%) e com um predomínio da mão de obra masculina. Em 2006, o

Brasil possuía um total de 16.567.544 pessoas trabalhando no setor agropecuário, e destes, 69,5% eram homens. Na região Nordeste, o número era de 7.698.631, com 69,8% de homens e no semiárido, de um total de 6.354.934, o contingente masculino representava 68,7% (Tabela 2).

Tabela 2 – Pessoal ocupado, Brasil, Nordeste, Semiárido Nordestino (1996 e 2006)

Território	1996	2006		
		Total	Homens	Mulheres
Brasil	17.930.890	16.567.544	11.515.194	5.052.350
Nordeste	8.210.809	7.698.631	5.374.158	2.324.473
Semiárido Nordestino	6.630.180	6.354.934	4.372.094	1.982.840

Fonte: elaborada pelos autores com base em dados do IBGE (1996; 2006).

A pecuária brasileira, particularmente as do Nordeste e semiárido, analisados os seus três principais rebanhos – bovinos, caprinos e ovinos – registrou crescimento no efetivo quando comparado os anos de 1999, 2009 e 2016 (Tabela 3).

Quando se faz uma análise do efetivo bovino, no Brasil, entre os anos de 1999 e 2016, verifica-se que este aumentou de 164.621.038 animais para 218.225.177, ou seja, 32,6%. No Nordeste, o efetivo de animais passou de 21.875.110 para 28.467.739, correspondendo a um aumento de 30,1% e no semiárido, de 13.936.217 para 17.957.640, isto é, um aumento de 28,8%.

Tabela 3 – Efetivos do rebanho bovino no Brasil, Nordeste e na região Semiárida (1999, 2009 e 2016)

Território	Bovino			Caprino			Ovino		
	1999	2009	2016*	1999	2009	2016*	1999	2009	2016*
Brasil	164.621.038	205.260.154	218.225.177	8.622.935	9.163.560	9.780.533	14.399.960	16.811.721	18.433.810
Nordeste	21.875.110	28.289.850	28.467.739	8.032.529	8.302.817	9.092.724	7.336.985	9.566.968	11.622.243
Semiárido Nordestino	13.936.217	17.185.811	17.957.640	6.896.088	7.087.878	8.489.082	6.402.291	8.390.657	10.933.132

Fonte: elaborada pelos autores com base em dados do IBGE (1999; 2009 e 2016).
*Rebanho estimado.

Quando analisados os efetivos dos caprinos e ovinos no Nordeste, verifica-se que em 1999 existiam 8,0 milhões de caprinos e 7,3 milhões de ovinos, representando 93,0% e 50,1%, respectivamente, do rebanho nacional. Em 2016, no Nordeste já existiam 9,0 milhões de caprinos e 11,6 milhões de ovinos, representando 92,9% e 63,0%, respectivamente, do rebanho nacional, dos quais 8,4 milhões de caprinos e 10,9 milhões de ovinos eram criados na região semiárida. Essas duas espécies de animais representavam 93,3% e 94,0%, respectivamente, do total existente na região Nordeste.

Com relação ao número de estabelecimentos agropecuários (Tabela 4), no Brasil, entre 1996 e 2017, houve um crescimento de 4,3%, passando de 4.859.865 para 5.072.152 e a área por eles ocupada reduziu em 1,0%, o que representa 3.357.917 hectares. Para a região semiárida nordestina observa-se que houve uma redução ao redor de 3,1%, no mesmo período. Os estabelecimentos reduziram de 1.894.218 para 1.835.314 e uma redução de área ao redor de 14,2%.

Tabela 4 – Números e área dos estabelecimentos agropecuários no Brasil, Nordeste e Semiárido (1996, 2006 e 2017)

Território	Estabelecimento			Área (ha)		
	1996	2006	2017*	1996	2006	2017*
Brasil	4.859.865	5.175.489	5.072.152	353.611.246	329.941.393	350.253.329
Nordeste	2.326.413	2.454.006	2.322.495	78.296.096	75.594.442	70.643.038
Semiárido Nordestino	1.894.218	2.054.765	1.835.314	61.526.596	56.761.738	52.780.091

Fonte: elaborada pelos autores com base em dados do IBGE (1996; 2006 e 2017).
*Números estimados.

Visando ao entendimento das relações do solo com os diferentes ambientes do semiárido, bem como das suas potencialidades e limitações, é contextualizado, em primeiro plano, como os mesmos foram desenvolvidos nessa região e depois suas características gerais, relações solo-paisagem e aspectos socioeconômicos.

Destaca-se que os solos resultam da ação combinada dos seus fatores de formação, isto é, do material de origem (geologia), do clima, do relevo, da ação dos organismos e do tempo, bem como dos seus processos de formação. Tais processos realçam a diferenciação de horizontes pedogenéticos

que se destacam entre si e em relação ao material de origem (rochas ou sedimentos). Essa diferenciação é função dos processos de formação os quais incluem adições, perdas, translocações e transformações de matéria e energia no perfil de solo (SANTOS et al., 2018; BUOL et al., 1997).

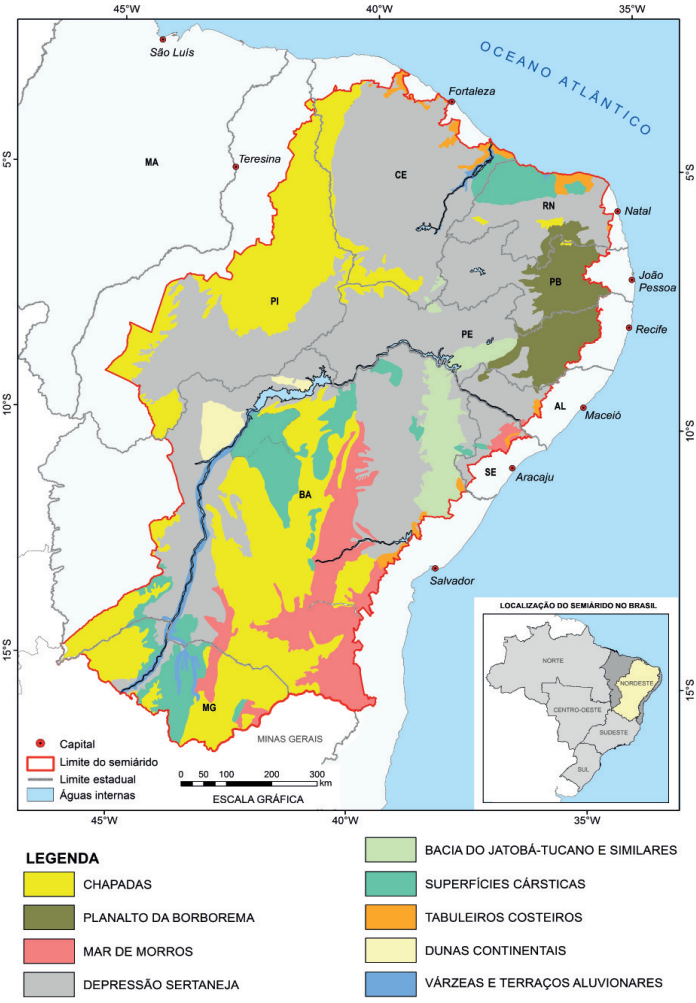
Entre os fatores de formação do solo, o clima, em geral, é o fator de maior peso na formação e evolução dos mesmos, pois é decisivo na velocidade e natureza do intemperismo das rochas (THOMAS, 1994). Nas condições tropicais, à medida que a umidade diminui ao se passar das áreas mais úmidas para as mais secas, como se observa quando se adentra no ambiente semiárido, o clima vai perdendo gradativamente importância (menor ação do intemperismo químico) e a geologia (litologia) passa a assumir, cada vez mais, destaque no conjunto de características e propriedades dos solos. Daí porque, as principais características relativas aos solos no ambiente semiárido, sobretudo os desenvolvidos de rochas cristalinas, refletem forte correlação com o material de origem e a influência do relevo.

Ao se percorrer o semiárido, desde as chapadas mais altas até as zonas mais baixas, como na depressão sertaneja, logo se percebe que existem muitas diferenças ambientais. Notam-se diferenças no relevo, na geologia, na altitude, na fitofisionomia da vegetação, e também se percebe pequenas diferenças no clima. Como resultado dessas variações, destacam-se mudanças importantes em termos de solos bem como nas formas de uso da terra. Conforme os mapeamentos de solos realizados no Nordeste do Brasil, incluindo o norte de Minas (BRASIL, 1972a,b; BRASIL, 1973a,b; EMBRAPA, 1975a,b; EMBRAPA, 1976; EMBRAPA, 1977/1979; EMBRAPA, 1979; EMBRAPA, 1986), os solos predominantes nas diferentes paisagens do semiárido são os Latossolos, Argissolos, Planossolos, Luvissolos, Neossolos e Cambissolos. Em baixas proporções têm-se os Nitossolos, Chernossolos, Vertissolos e Plintossolos (JACOMINE, 1996; BRASIL, 1972a,b; 1973a,b; OLIVEIRA et al., 1992; ARAÚJO FILHO et al., 2000).

É importante considerar que em reflexo aos seus fatores e processos de formação, os solos são grandes indicadores da variabilidade ambiental e, por conseguinte, são excelentes estratificadores do meio natural. Para o estudo das relações do solo com as paisagens, é importante reconhecer as diferentes paisagens e o vínculo dos solos com as mesmas. Tendo como base o Zoneamento Agroecológico do Nordeste (SILVA et al., 1993) e feitas algumas adaptações e generalizações para atingir os fins práticos deste estudo, a região semiárida foi compartimentada nos seguintes ambientes: (1) Depressão Sertaneja; (2) Bacia do Jatobá-Tucano e similares; (3) Su-

perfícies Cársticas; (4) Planalto da Borborema; (5) Tabuleiros Costeiros; (6) Dunas Continentais; (7) Chapadas; (8) Mar de Morros; e (9) Várzeas e Terraços Aluvionares (Figura 2).

Figura 2 – As grandes unidades de paisagens do semiárido brasileiro



Fonte: adaptado de SILVA et al. (1993).

Nota: O limite do semiárido (SÁ; SILVA, 2010) foi ajustado, em parte, no Norte de Minas Gerais e no Norte do Espírito Santo.

Em seguida, foi feita uma breve caracterização dos principais solos do semiárido, ressaltando que todos são de natureza mineral. Na sequência, destacam-se os grandes ambientes e respectivos solos, enfatizando as suas potencialidades e limitações e seus aspectos socioeconômicos. Estes, por sua vez, foram avaliados no que concerne aos aspectos demográficos; número de estabelecimentos agropecuários; rebanhos de caprinos, ovinos e bovinos; e em relação às áreas de pastagem plantada e natural. Na avaliação socioeconômica, foram consideradas as informações dos municípios representativos dentro de cada unidade de paisagem (item 3), isto é, com pelo menos 60% da sua área territorial dentro da unidade.

2 PRINCIPAIS SOLOS E CARACTERÍSTICAS GERAIS

Uma característica bem marcante e correlacionada à condição climática regional é a limitada profundidade efetiva dos solos, sobretudo daqueles desenvolvidos a partir de rochas cristalinas. Com exceção dos solos desenvolvidos de materiais sedimentares e/ou de cobertura pedimentar, a grande maioria situa-se na faixa de pouco profundo (50-100 cm) a raso (<50 cm). Uma outra característica ambiental marcante que deve ser realçada é a grande variabilidade espacial dos solos em curtas distâncias, sobretudo nos ambientes com rochas cristalinas.

Em termos físicos, a presença de frações grossas (cascalhos, calhaus e matacões) é bastante comum na superfície ou mesmo no volume dos solos, sobretudo naqueles menos desenvolvidos e nos ambientes mais secos. Calhaus e matacões, em geral, tipificam a pedregosidade distribuída com maior frequência nos horizontes superficiais dos solos na zona da Depressão Sertaneja. Registra-se ainda que materiais ferruginosos concrecionários, embora não sejam comuns em ambientes semiáridos, têm sido constatado principalmente em áreas com cobertura pedimentar e em bordas de chapadas.

Do ponto de vista químico, em geral, os solos apresentam reação de pH variando, comumente, na faixa de moderadamente ácida a moderadamente alcalina (5,3 a 8,3). Entretanto, dependendo do material de origem e da drenagem local podem apresentar reação fortemente ácida (pH < 5,3) ou, fortemente alcalina (pH > 8,3) (BRASIL, 1971; BRASIL, 1973a,b; EMBRAPA, 1975a,b; EMBRAPA, 1976; EMBRAPA, 1977/1979; EMBRAPA, 1979).

Uma outra particularidade marcante, em conformidade com as condições climáticas regionais, sobretudo onde a drenagem é restrita, é a

tendência que os ambientes apresentam para acumular sais (carbonatos e cloretos) e bases. Por isso, solos salinos ou em processo de salinização são comuns nos baixios e em terraços aluvionares. Também são dominantes, no semiárido, solos eutróficos (com elevada saturação por bases), exceto nos ambientes com sedimentos muito intemperizados que são comuns nas chapadas, coberturas pedimentares e em bacias sedimentares.

- **Latossolos** – Esta classe compreende solos com alto grau de intemperismo, normalmente profundos, bem drenados e bastante uniformes no conjunto de suas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas no horizonte diagnóstico Bw (B latossólico) (Figura 3). Tais solos apresentam textura de média a muito argilosa com pequena variação no conteúdo de argila ao longo de perfil de solo e podem apresentar cor amarela, vermelho-amarela, vermelha e até mesmo acinzentada. Suas principais restrições agrícolas, em geral, dizem respeito à baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas.

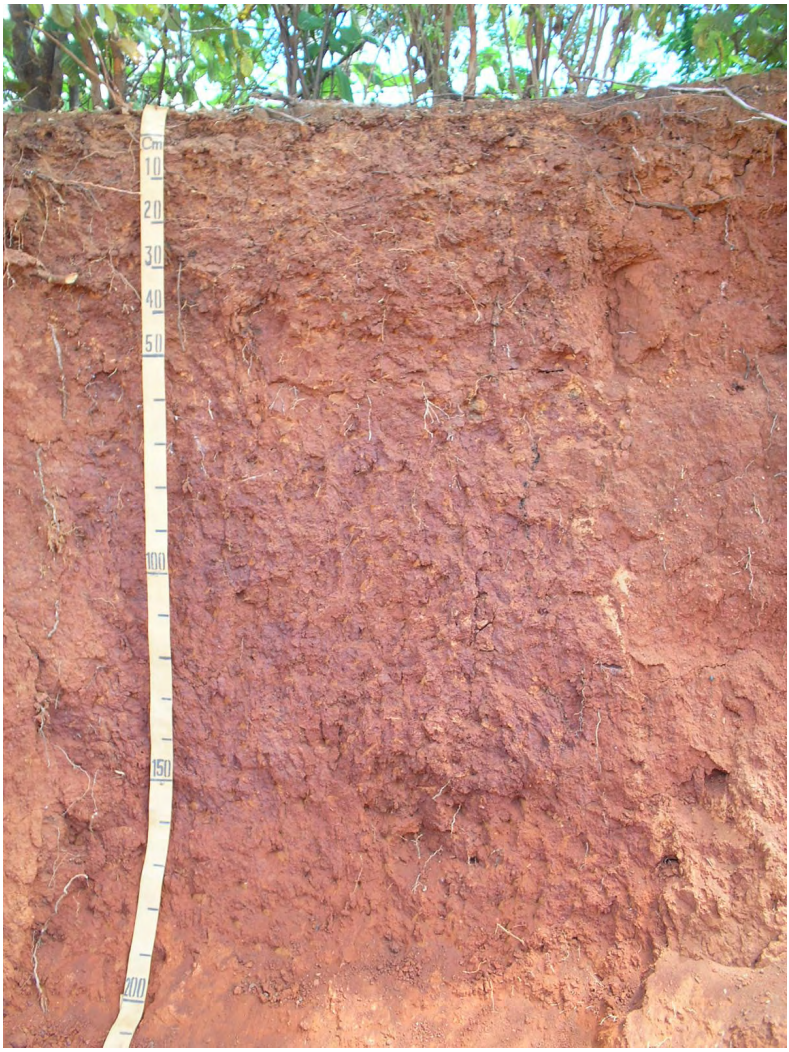
Figura 3 – Perfil de Latossolo Amarelo na região de Ouricuri, Pernambuco

Fonte: acervo dos autores.

- **Nitossolos** – Os solos dessa classe guardam semelhanças com os Latossolos em termos de evolução pedogenética, profundidade, intemperismo e pequena variação no conteúdo de argila ao longo do perfil, mas diferen-

ciam-se por apresentar um horizonte diagnóstico B nítico logo abaixo do horizonte A (Figura 4). O horizonte B nítico tem como principais características a textura na faixa de argilosa a muito argilosa, estruturas bem desenvolvidas, com grau moderado a forte, do tipo blocos ou primática, e presença expressiva de cerosidade. São solos com boas características para uso agrícola, por vezes, tendo limitações em função do seu posicionamento na paisagem, em relevo movimentado, e/ou devido a ligeiras restrições de disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Figura 4 – Perfil de Nitossolo Vermelho na região de Altaneira, Ceará



Fonte: acervo dos autores.

- **Argissolos** – São solos caracterizados por apresentar uma acentuada variação no conteúdo de argila entre a camada superficial, horizonte (A)

ou (A+E), e o horizonte subjacente Bt (B textural) (Figura 5). Dominantemente, eles possuem argila com atividade baixa (CTC < 27 cmo_{lc} kg^{-1} de argila), mas quando for alta, a saturação por bases, obrigatoriamente, será baixa (V < 50%). Ao contrário dos Latossolos, esta classe compreende solos com uma variabilidade muito ampla de características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas. A cor pode ser amarela, vermelho-amarela, vermelha ou acinzentada; a textura varia de arenosa a argilosa na superfície e de média a muito argilosa em subsuperfície; a profundidade, desde rasa até muito profunda; a drenagem, desde imperfeita até acentuadamente drenada; a CTC, de baixa a alta, entre outras. Alguns desses solos podem ter limitações agrícolas em função da pequena profundidade efetiva, pedregosidade, rochosidade, relevo, drenagem e da fertilidade natural baixa.

Figura 5 – Perfil de Argissolo Vermelho na região do Crato, Ceará

Fonte: acervo dos autores.

- **Luvissolos** – Os solos desta classe normalmente são pouco profundos a rasos, tendo argila com atividade alta (CTC > 27 $cmol_c\ kg^{-1}$ de argila) e saturação por bases alta associada com elevada soma de bases, e ainda uma variação acentuada no conteúdo de argila entre a camada superficial, horizonte (A) ou (A+E), e o horizonte subjacente Bt (B textural). As cores mais comuns são vermelhas ou bruno-avermelhadas no horizonte Bt (Figura 6). Em geral ocorrem associados com pedregosidade superficial. As limitações agrícolas mais importantes são a alta suscetibilidade à erosão, pequena profundidade efetiva, a pedregosidade superficial e, às vezes, o relevo movimentado.

Figura 6 – Perfil de Luvissolo Crômico na região de Paulistana, Piauí

Fonte: acervo dos autores.

- **Chernossolos** – Os solos desta classe, em geral, guardam semelhanças com os Luvissolos, isto é, são pouco profundos a rasos com argila de atividade alta (CTC > 27 $cmol_c\ kg^{-1}$ de argila), possuindo saturação por bases alta e sempre associada com elevada soma de bases (Figura 7). Porém, diferenciam-se dos Luvissolos por apresentarem um horizonte superficial mais escuro, rico em matéria orgânica, do tipo A chernozêmico, e um horizonte subsuperficial que pode ser um Bt (B textural) ou

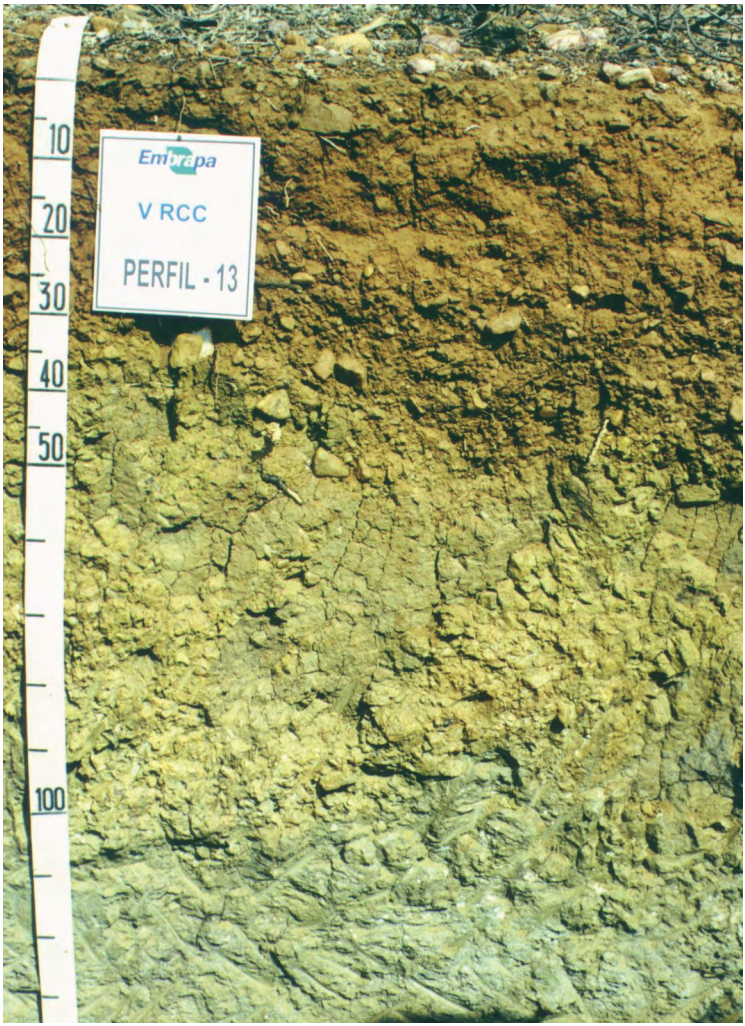
Bi (B câmbico), C carbonático ou rocha calcária. As limitações agrícolas desses solos são relativamente semelhantes a dos Luvissolos.

Figura 7 – Perfil de Chernossolo Rêndzico na região de Santana do Cariri, Ceará

Fonte: acervo dos autores.

- **Cambissolos** – Esses solos são considerados pedogeneticamente pouco desenvolvidos, com pequena variação no conteúdo de argila ao longo do perfil e apresentando um horizonte diagnóstico Bi (B câmbico) em subsuperfície (Figura 8). Variam muito em termos de características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, em função da natureza do material de origem e dos ambientes onde são formados. Podem ser rasos e até muito profundos, bem a moderadamente drenados, com CTC alta ou baixa, pedregosos e não pedregosos, entre outras. Por serem solos com características muito diversificadas, podem ter limitações agrícolas as mais diversas, especialmente, os Cambissolos rasos a pouco profundos.

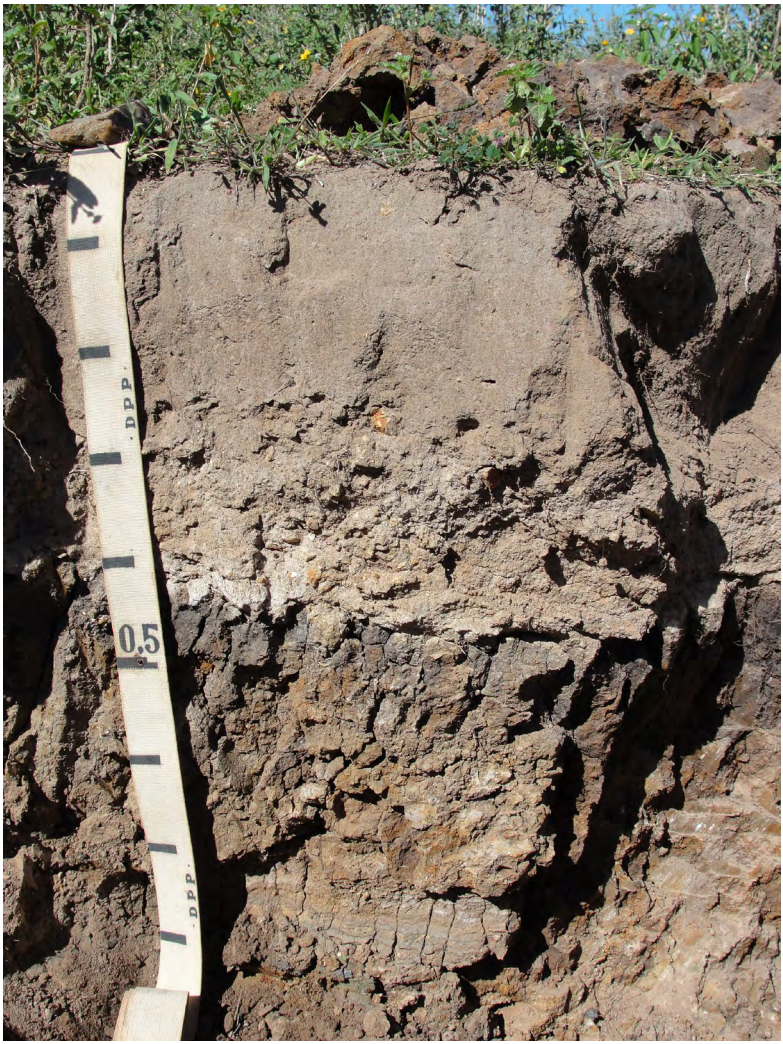
Figura 8 – Perfil de Cambissolo Háplico na região de Cabrobó, Pernambuco



Fonte: acervo dos autores.

- **Planossolos** – Esta classe compreende solos imperfeitamente ou mal drenados que se caracterizam por apresentar horizonte (A) ou (A+E) seguido de horizonte B plânico (Bt plânico) praticamente impermeável (Figura 9). O B plânico constitui um impedimento à drenagem por ser adensado, com permeabilidade lenta ou muito lenta e, por vezes, cimentado. Por isso apresenta cores acinzentadas e, comumente, com a presença de mosqueados. A principal limitação agrícola desses solos é a deficiência de drenagem, além de restrições relacionadas com a profundidade efetiva, pedregosidade, salinidade e sodicidade.

Figura 9 – Perfil de Planossolo Háplico na região de Remígio, Paraíba



Fonte: acervo dos autores.

- **Plintossolos** – São solos com horizonte plíntico, concrecionário ou litoplíntico dentro de 40 cm de profundidade, ou iniciando entre 40 e 200 cm de profundidade quando precedidos de horizonte A ou E (eluvial) ou de horizontes pálidos, variegados ou com mosqueados abundantes indicando restrições de permeabilidade (Figura 10). Podem apresentar horizonte Bt, Bw, Bi, glei ou ausência de B. Suas limitações agrícolas relacionam-se com problemas de drenagem, pedregosidade (concreções), posicionamento na paisagem (áreas abaciadas e/ou com relevo movimentado) e restrições de nutrientes para as culturas.

Figura 10 – Perfil de Plintossolo Pétrico na região de Paulistana, Piauí

Fonte: acervo dos autores.

- **Vertissolos** – São solos tipicamente argilosos a muito argilosos e quando secos apresentam muitas rachaduras e são extremamente duros ou muito duros. Caracterizam-se por apresentar horizonte vértico, pequena variação no conteúdo de argila ao longo do perfil e alto conteúdo de argilas expansivas (grupo da esmectita) (Figura 11). Tais características propiciam um elevado poder de expansão e contração conforme o conteúdo de umidade dos solos. Tipicamente, formam grandes fendas no período seco as quais se projetam até a superfície do terreno. Outra feição pedológica característica é a presença de superfícies de fricção inclinadas, lustrosas, conhecidas como "slickensides" que são típicas de solos com horizonte vértico. Suas limitações agrícolas mais importantes correlacionam-se com a sua natureza física por serem solos muito duros a extremante duros quando secos, muito plásticos e muito pegajosos quando úmidos, e por apresentarem permeabilidade muito baixa.

Figura 11 – Perfil de Vertissolo Háplico na região de Juazeiro, Bahia

Fonte: acervo dos autores.

- **Neossolos** – Compreendem diversos solos pedogeneticamente pouco desenvolvidos, com sequência de horizontes do tipo A-C ou A-R, e apresentando características mineralógicas relativamente próximas às do material de origem. Em função das suas características e propriedades, estes solos são subdivididos em quatro subordens: Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Litólicos e Neossolos Flúvicos.

Os Neossolos Quartzarênicos são solos essencialmente arenoquartzosos, dominantemente profundos a muito profundos, com drenagem acentuada a excessiva e profundidade mínima do contato lítico (camada R) maior que 50 cm (Figura 12). Suas limitações mais importantes dizem respeito à baixa capacidade de armazenamento de água e de nutrientes e, consequentemente, da baixa fertilidade natural.

Figura 12 – Perfil de Neossolo Quartzarênico na região de Petrolândia, Pernambuco

Fonte: acervo dos autores.

Os Neossolos Regolíticos compreendem solos geralmente pouco profundos a profundos, com textura comumente variando de arenosa a média, e apresentando cores, em geral, claras ou esbranquiçadas (Figura 13). Possuem uma certa reserva de minerais primários alteráveis, geralmente, feldspatos potássicos, nas frações silte, areia e, ou, cascalho, maior que 4%. O material de origem normalmente correlaciona-se com rochas ácidas granitoidicas ou com outras rochas cristalinas com composição mineralógica semelhante. É comum apresentarem horizontes cimentados do tipo fragipã em subsuperfície. As limitações agrícolas mais importantes dizem respeito à baixa capacidade de armazenamento de água e de nutrientes nos mais arenosos e a baixa fertilidade natural.

Figura 13 – Perfil de Neossolo Regolítico na região de Quixadá, Ceará

Fonte: acervo dos autores.

Os Neossolos Litólicos são solos rasos, isto é, com o contato lítico (rocha dura) dentro de 50 cm de profundidade, e normalmente ocorrem associados com pedregosidade e rochosidade (Figura 14). Apresentam muitas variações de características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, em conformidade com a natureza do material de origem. As limitações agrícolas mais importantes dizem respeito à pequena profundidade efetiva, pedregosidade, rochosidade, relevo movimentado, baixa capacidade de armazenamento de água e de nutrientes nos mais arenosos e a alta suscetibilidade à erosão, sobretudo nos relevos mais declivosos.

Figura 14 – Perfil de Neossolo Litólico na região de Caruaru, Pernambuco

Fonte: acervo dos autores.

Os Neossolos Flúvicos compreendem os solos desenvolvidos a partir de sedimentos aluviais recentes e estratificados, de modo que as camadas não guardam relação pedogenética entre si (Figura 15). Por isso, podem apresentar grandes variações e/ou disparidades de características e propriedades entre estratos, como, por exemplo, a granulometria e o conteúdo de carbono. Alguns solos podem apresentar horizonte glei, mas em posição não diagnóstica para Gleissolos. No semiárido, comumente, esses solos apresentam o caráter salino, sálico, solódico ou sódico que são as limitações agrícolas mais importantes, além dos riscos de inundação.

Figura 15 – Perfil de Neossolo Flúvico na região de Petrolina, Pernambuco

Fonte: acervo dos autores.

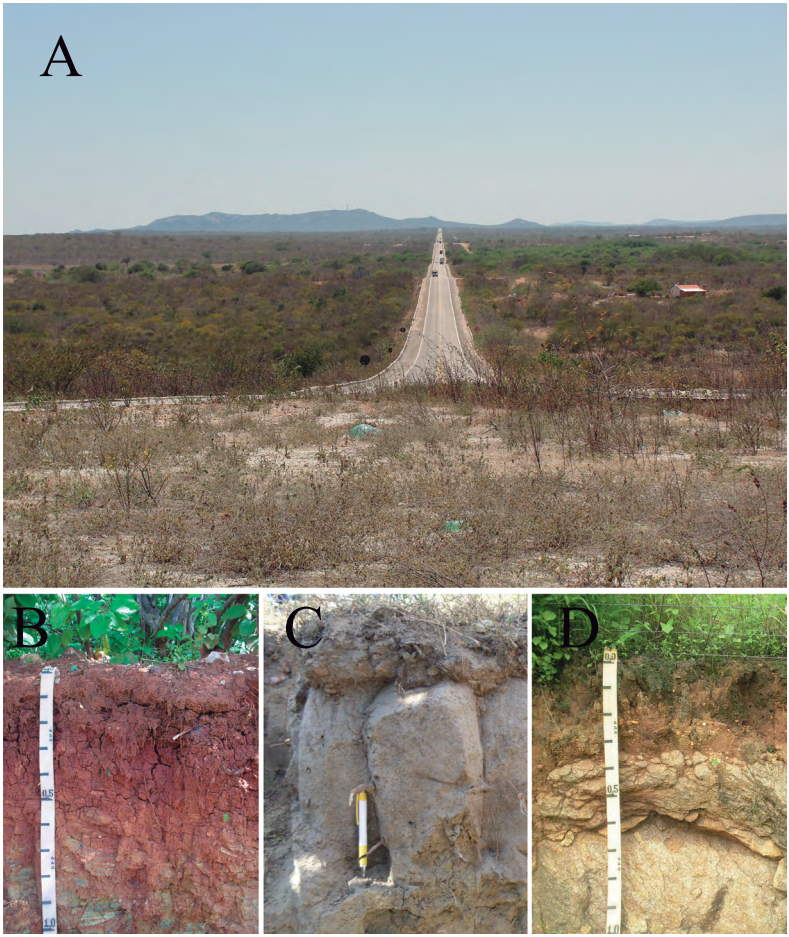
3 PRINCIPAIS AMBIENTES E SOLOS DO SEMIÁRIDO

3.1 A Depressão Sertaneja

Características gerais e solos dominantes – Esta é a uma vasta superfície rebaixada e, em geral, pouco movimentada, típica do ambientes semiárido, na qual, por vezes, emergem serras e serrotes, de forma esparsa, quebrando a monotonia do relevo. Posiciona-se na direção da calha do Rio São Francisco, iniciando no Norte de Minas Gerais e terminando próximo da foz do rio. Em termos geológicos (DANTAS, 1980), caracteriza-se por apresentar uma litologia muito diversificada. O grande destaque é para os ambientes com rochas cristalinas incluindo gnaisses, granitos, migmatitos e xistos (JACOMINE, 1996). Há também áreas importantes com recobrimento pedimentar sobre rochas cristalinas, formando os denominados Tabuleiros Interioranos (BRASIL, 1972; 1973; ARAÚJO FILHO et al., 2000). Essas coberturas têm uma grande importância para o desenvolvimento da agricultura irrigada (CAVALCANTI et al., 1994) uma vez que são os ambientes onde se destacam os solos mais profundos na Depressão Sertaneja.

Regiões sem recobrimento pedimentar – Nesses ambientes, que abrangem a maior parte da Depressão Sertaneja, os principais solos incluem Neossolos Litólicos, Planossolos, Luvissolos e Neossolos Regolíticos (Figura 16). Ocorrem, também, com muito baixa expressão alguns Argissolos e Cambissolos. Os Neossolos Litólicos são formados a partir dos mais diferentes tipos de materiais geológicos da região. Já os Luvissolos derivam-se, principalmente, de rochas ricas em minerais máficos, principalmente, biotita-xisto. Os Planossolos são formados a partir de substratos diversificados (principalmente rochas ácidas) e, em geral, ficam mais correlacionados com áreas onde ocorre deficiência de drenagem. Os Neossolos Regolíticos desenvolvem-se, principalmente, de rochas granitoidicas. Os Cambissolos, assim como os Neossolos Litólicos, desenvolvem-se a partir dos mais diversos materiais de origem. Por sua vez, os Argissolos são observados em áreas onde as condições ambientais favorecem a uma maior evolução pedogenética como, por exemplo, em ambientes ligeiramente mais úmidos.

Figura 16 – Aspecto da depressão sertaneja (sem recobrimento pedimentar) e solos representativos



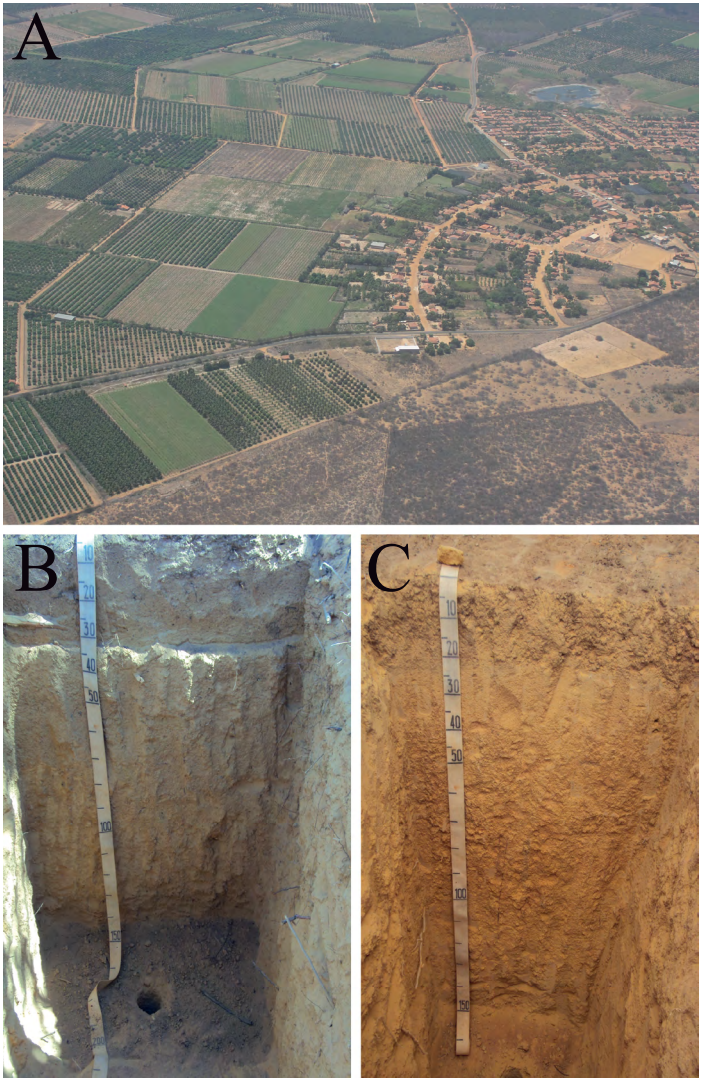
Fonte: acervo dos autores.
Notas: a) paisagem no Sertão de Pernambuco; b) Luvissolo Crômico; c) Planossolo Nátrico; d) Neossolo Litólico.

Potencialidades e limitações – Em toda Depressão Sertaneja a condição do clima semiárido regional, com chuvas escassas e muito irregulares (intra-anual e interanual) é o fator que mais restringe qualquer atividade agrícola

dependente de chuvas. Depois das restrições climáticas, destacam-se ainda as grandes extensões de solos rasos pedregosos e comumente associados com afloramentos rochosos; solos com deficiência de drenagem e sais; solos erodidos ou com alto risco de erosão; áreas com relevo movimentado; áreas em processo de desertificação, entre outros. Por isso essa região, nas condições naturais, tem um potencial muito restrito para fins de uso agrícola.

Regiões com recobrimento pedimentar – As coberturas pedimentares, por exemplo, as vigentes no extremo oeste do Estado de Pernambuco, em geral, formam os conhecidos Tabuleiros Interioranos (BRASIL, 1972; 1973; ARAÚJO FILHO et al., 2000). São áreas semelhantes com chapadas baixas, em geral, constituídas de sedimentos muito intemperizados, cauliníticos, e constituem material de origem de Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, e, em menor proporção, de Neossolos Quartzarênicos e Plintossolos (Figura 17). São, por conseguintes, ambientes onde ocorrem solos com características favoráveis para o uso agrícola.

Figura 17 – Aspecto da depressão sertaneja (com recobrimento pedimentar) e solos representativos



Fonte: acervo dos autores.

Notas: a) paisagem no Oeste de Pernambuco em Petrolina; b) Argissolo Amarelo, e; c) Latossolo Amarelo.

Potencialidades e limitações – No ambiente dos Tabuleiros Interioranos destacam-se como limitações mais importantes, depois do clima, áreas com deficiência de drenagem; solos com fertilidade natural baixa; solos pouco profundos; e outros solos com presença de pedregosidade, entre outras. O principal aspecto positivo é a presença de solos profundos que, embora tenham fertilidade natural baixa, são importantes para fins de uso agrícola, sobretudo onde se pode utilizar a motomecanização agrícola e fazer o manejo irrigado.

Aspectos socioeconômicos – Quanto aos aspectos demográficos da Depressão Sertaneja, as estatísticas demonstram que, em 2010, a população dos 375 municípios que fazem parte desta unidade era de 7.993.347 habitantes (IBGE, 2010) e os três municípios mais populosos eram Feira de Santana (BA) com 556.642, Petrolina (PE) com 293.962 e Juazeiro do Norte (CE) com 249.939 habitantes. Quando se observa a localização dessa população, se urbana ou rural, verifica-se que 37,1% residiam no meio rural. Verifica-se também que existiam 4.055.760 mulheres das quais 64,6% residiam nas cidades. Em 2010, o Nordeste contava com um contingente populacional de 53.078.137 habitantes e, neste contexto, esta unidade de paisagem representa 15,1% da população nordestina.

Em 2009, havia 584.505 estabelecimentos agropecuários nos municípios desta unidade e a área por eles ocupada era de 16.696.582 ha. Esta quantidade de estabelecimentos e áreas representam 23,8% e 22,1%, respectivamente, da região Nordeste. Esses estabelecimentos possuíam 340.653 ha das áreas ocupadas com lavouras permanentes (cana-de-açúcar, mamona, pastagens, algodão herbáceo etc.) e 1.590.341 ha com lavouras temporárias (arroz, feijão, milho, mandioca etc.).

A pecuária nessa unidade, analisados os seus três principais rebanhos – bovinos, caprinos e ovinos – caracteriza-se por um efetivo de bovinos no ano 2009 de 5.215.459 animais, ou seja, 18,4% do rebanho nordestino, considerando que nesse mesmo ano o Nordeste possuía 28.289.850 bovinos (IBGE, 2009). Os três municípios que mais se destacaram na criação destes animais foram Ipirá (BA) com 98.200, Quixeramobim (CE) com 85.200 e Riacho de Santana (BA) com 77.300 animais.

Quando analisados os efetivos dos caprinos e ovinos nessa unidade, verifica-se que existiam 3.925.659 caprinos e 5.014.054 ovinos em 2009 (IBGE, 2009), representando 47,3 e 52,4%, respectivamente, em relação ao existente na região Nordeste. Os três municípios que mais se destacaram na criação de caprinos foram Casa Nova (BA) com 270.674, Juazeiro (BA)

com 199.252 e Floresta (PE) com 165.000 caprinos. Quanto aos três municípios com maior efetivo de ovinos apareceu novamente Casa Nova (BA) em 1º lugar com 225.832, Tauá (CE) em 2º lugar com 137.360 e Juazeiro (BA) em 3º lugar com 127.888 animais.

Quando se analisa as áreas com pastagem plantada em boas condições, verifica-se que existem cerca de 1.998.505 ha com destaque para os municípios de Queimadas, Ipirá e Serra Dourada na Bahia com áreas plantadas respectivamente de 88.589, 81.898 e 60.728 ha. No entanto, é preocupante a existência de cerca de 415.946 ha de áreas de pastagens consideradas degradadas. Os três municípios que possuem maiores áreas com este problema são Palmas de Monte Alto, Sebastião Laranjeiras e Brejolândia, todos na Bahia, com 24.005, 23.697 e 19.802 ha de área com pastagens nesta situação. Somente esses três municípios representam 16,2% do total da área com este problema na unidade de paisagem. No Nordeste, existem 12.295.265 ha de pastagem plantada consideradas em boas condições e outros 2.233.350 ha de pastagem plantada, mas considerada degradada.

Quanto à utilização de terras com pastagens naturais, constatou-se cerca de 4.962.107 ha destas áreas na Depressão Sertaneja. No Nordeste, a área com pastagem natural abrange cerca de 16.010.989 ha.

3.2 A Bacia do Jatobá-Tucano e similares

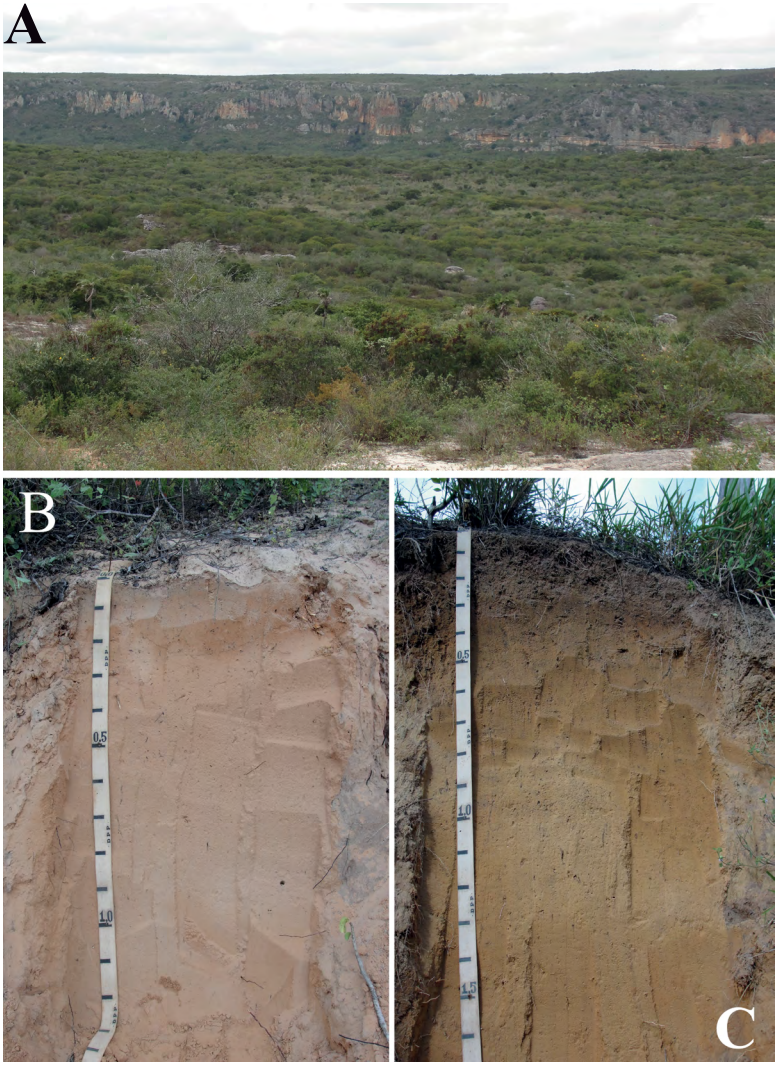
Características gerais e solos dominantes – A Bacia do Jatobá-Tucano corresponde a uma área sedimentar cuja superfície, em geral, encontra-se em um nível muito mais elevado do que as áreas cristalinas circunvizinhas. Localiza-se dominantemente no ambiente semiárido abrangendo áreas nos Estados de Pernambuco e na Bahia. Em Pernambuco, posicionada entre os municípios de Arcoverde e Petrolândia, e no Estado da Bahia entre Glória e Salvador. A bacia caracteriza-se por diferentes feições geomorfológicas, incluindo topos planos na forma de chapadas e/ou tabuleiros; áreas com relevo movimentado; encostas suaves na forma de rampas alongadas; e serras e serrotes areníticos que emergem com relevos, comumente, escarpados. Quanto à natureza geológica (DANTAS, 1980) apresenta uma coluna estratigráfica compreendendo sedimentos diversos desde o período Siluro-Devoniano até o Quaternário. O material mais antigo compreende rochas areníticas e sedimentos finos (folhelhos, argilitos e siltitos), com ou sem intercalações de arenitos, normalmente, contendo calcários ou margas. Os sedimentos mais recentes, posicionados na parte mais externa da bacia,

correspondem a um manto arenoquartzoso tércio-quaternário. Outras bacias de menor porte, como as de Belmonte, Mirandiba, Fátima e Betânia, caracterizam-se por apresentar na sua parte superficial sedimentos arenoquartzosos semelhantes aos da Bacia do Jatobá-Tucano.

Em acordo com o material geológico superficial das bacias, os solos mais dominantes são os Neossolos Quartzarênicos. Ocorrem, em baixas proporções, algumas áreas com sedimentos muito intemperizados, na faixa de textura média, onde destacam-se Latossolos e Argissolos (Amarelos e Vermelho-Amarelos); há, também, alguns Planossolos formados em ambientes onde se destacam materiais com granulometria contrastante, posicionados em áreas de cotas mais baixas; e, onde dominam sedimentos finos, destacam-se solos do tipo Luvissolos, Cambissolos e Vertissolos (Figura 18).

Potencialidades e limitações – As condições favoráveis dessa bacia para fins de uso agrícola estão relacionadas como os ambientes situados na parte semiárida menos seca, especialmente, onde o relevo é pouco movimentado (declives < 20%), com solos profundos, bem drenados, e com textura na faixa média. Nas demais áreas situadas na zona do Sertão, além do clima semiárido que constitui uma das limitações mais fortes, a textura arenosa de grandes extensões das bacias, o relevo movimentado e os afloramentos de rocha constituem outras limitações importantes dessa unidade. Há, ainda, ambientes com sedimentos finos muito afetados por processos erosivos e, às vezes, também por sais.

Figura 18 – Aspecto da Bacia do Jatobá-Tucano e similares e solos representativos



Fonte: acervo dos autores.

Notas: a) paisagem na região de Buíque, Pernambuco; b) Neossolo Quartzarênico, e; c) Latossolo Amarelo.

Aspectos socioeconômicos – Quanto aos aspectos demográficos na Bacia do Jatobá-Tucano e similares, em 2010, a população dos 24 municípios que fazem parte desta unidade era de 530.495 habitantes (IBGE, 2010), sendo 50,0% do sexo feminino. Neste contexto, os três municípios com maior número de habitantes são da Bahia, isto é, Ribeira do Pombal (47.518 hab.), Jeremoabo (37.680 hab.) e Inhambupe com 36.306 habitantes. Quando se observa a localização dessa população, se urbana ou rural, verifica-se que 46,1% residem em área urbana com uma predominância do sexo feminino, pois 265.305 são mulheres, ou seja, 51,9%. Considerando a população do Nordeste em 2010, esta unidade de paisagem é ocupada por uma população que corresponde a 1,0% da população Nordestina.

Em 2009, havia 66.620 estabelecimentos agropecuários nos municípios dessa unidade de paisagem e a área por eles ocupada era de 1.143.725 ha. Estes números representam 2,7% dos estabelecimentos da região Nordeste e 1,5% da unidade. Estes estabelecimentos possuíam 56.102 ha das áreas ocupadas com lavouras permanentes (cana-de-açúcar, mamona, pastagens, algodão herbáceo, etc.) e 120.853 ha com lavouras temporárias (arroz, feijão, milho, mandioca, etc.).

A pecuária dessa unidade, analisados os seus três principais rebanhos – bovinos, caprinos e ovinos – mostra um efetivo bovino no ano 2009 de 416.115 animais, ou seja, 1,5% do rebanho nordestino (IBGE, 2009). São da Bahia os três municípios que se destacam na criação desses animais, isto é, Jeremoabo (51.394 animais), Ribeira do Pombal (46.700 animais) e Cícero Dantas (33.500 animais). Quando analisados os efetivos dos caprinos e ovinos, verifica-se que existiam 225.125 caprinos, representando 2,7% do rebanho nordestino e 247.812 ovinos em 2009 (IBGE, 2009) equivalendo a 2,6% dos ovinos existente na região Nordeste. Os três municípios que se destacam na criação de caprino são Ibimirim e Inajá, em Pernambuco, com 80.000 e 40.000 animais, respectivamente, e o município de Jeremoabo, na Bahia, com 33.972 animais. Quanto aos três municípios com maior efetivo de ovinos destacam-se Inajá (PE) com 35.000 animais, Jeremoabo (BA) com 31.833 animais e Ibimirim (PE) com 28.000 ovinos.

Com relação às áreas com pastagens plantadas em boas condições, constata-se cerca 289.984 ha. Em destaque, citam-se três municípios baianos, ou seja, Ribeira do Pombal (27.701 ha), Cícero Dantas (26.404 ha) e Jeremoabo (24.798 ha). É preocupante, no entanto, que nesta unidade de paisagem existam cerca de 64.976 ha de pastagens degradadas. Dos municípios com este problema, vale destacar dois que também se sobressaem

com pastagens em boas condições, isto é, Jeremoabo com 18.605 hectares e Ribeira do Pombal com 5.156 hectares. Outro que possui elevada área com pastagem degradada é Nova Soure (BA) com 5.356 hectares. Somente estes três municípios representam 44,8% do total da área com pastagem degrada nesta unidade de paisagem.

Quanto à utilização de terras com pastagens naturais, constatou-se que existem 214.790 ha nesta unidade de paisagem.

3.3 As Superfícies Cársticas

Características gerais e solos dominantes – Essa paisagem congrega diversos ambientes sedimentares, descontínuos, onde dominam rochas calcárias. As áreas mais importantes localizam-se entre os estados do Rio Grande do Norte e do Ceará, próximo do litoral; na região de Irecê e Vale do Salitre, no Estado da Bahia; e ao norte de Minas Gerais fazendo interface com o Estado da Bahia, na região do vale do São Francisco. As Superfícies Cársticas caracterizam-se por apresentarem extensas áreas com relevo plano a suave ondulado e, em menores proporções, áreas com relevos mais movimentados. Algumas feições típicas dessa paisagem correspondem à escassez de linhas de drenagem, a ocorrência de pequenas áreas abaciadas, a presença de sumidouros (dolinas), algumas linhas de drenagem subterrâneas e a presença de cavernas.

Sendo o material geológico das Superfícies Cársticas constituído por rochas calcárias e margas, os solos formados a partir desses materiais apresentam alta saturação por bases e são, dominantemente, Cambissolos. Em menores proporções, ocorrem Vertissolos e, em baixas proporções, Chernossolos (Figura 19).

Figura 19 – Aspecto das Superfícies Cársticas e solos representativos

Fonte: acervo dos autores.

Notas: a) paisagem na região da Chapa do Apodi, Ceará; b) Cambissolo Háplico, e; c) Vertissolo Háplico.

Potencialidades e limitações – Os Cambissolos mais profundos desenvolvidos a partir de rochas calcárias são os solos que apresentam boas e até mesmo excelentes propriedades físicas e químicas e, portanto, os mais elevados potenciais para fins de uso agrícola na região semiárida, sobretudo, se manejados com irrigação. As limitações mais fortes correspondem aos solos rasos associados com afloramentos de rochas; a alta pegajosidade de solos muito argilosos como os Vertissolos; e áreas com problemas de drenagem e, em alguns casos, com problemas de sais.

Aspectos socioeconômicos – Com relação aos aspectos demográficos nas Superfícies Cársticas, as estatísticas demonstram que em 2010 a população dos 45 municípios que fazem parte dessa unidade era de 1.081.069 habitantes (IBGE, 2010), sendo 50,1% do sexo feminino. Destacam-se como os três municípios mais populosos os de Mossoró (RN) com 259.815 habitantes, Janaúba (MG) com 66.803 e o de Irecê na Bahia com 66.181 habitantes. Quando se observa a localização dessa população, se urbana ou rural, verifica-se que 69,0% residem em área urbana com uma predominância do sexo feminino, pois 383.706 são mulheres, isto é, 51,3%. Em 2010, o Nordeste brasileiro contava com um contingente populacional de 53.078.137 habitantes e, neste contexto, a população desta unidade de paisagem correspondia a 2,0% da população nordestina.

Em 2009, existiam 62.190 estabelecimentos agropecuários nos municípios dessa unidade com uma área de 2.565.331 ha, sendo 52.344 ha ocupados com lavouras permanentes (cana-de-açúcar, mamona, pastagens, algodão herbáceo, etc.) e 402.218 ha com lavouras temporárias (arroz, feijão, milho, mandioca, etc.). Para a região nordestina existiam 2.454.006 estabelecimentos com uma área de 75.594.442 hectares de modo que esta unidade equivalia a 2,5% dos estabelecimentos agropecuários do Nordeste com uma área equivalendo a 3,4%.

A pecuária, nos seus três principais rebanhos – bovinos, caprinos e ovinos – mostra um efetivo bovino no ano 2009 de 1.016.297 animais, ou seja, 3,6% do rebanho nordestino, considerando que, nesse mesmo ano, o Nordeste possuía 28.289.850 bovinos (IBGE, 2009). Os três municípios que se destacaram na criação destes animais, em maior efetivo, eram de Minas Gerais, isto é, Francisco Sá com 151.808, Janaúba com 121.377 e São João da Ponte com 107.901 animais.

Com relação aos caprinos e ovinos, verificou-se que existiam 269.586 caprinos e 224.229 ovinos em 2009 (IBGE, 2009), representando 3,2% e 2,3%, respectivamente, em relação ao existente na região Nordeste. Os três

municípios que possuíam maior número de caprino eram Ourolândia na Bahia com 35.676 animais, Apodi no Rio Grande do Norte com 27.648 animais e Felipe Guerra, também no Rio Grande do Norte, com 21.245 caprinos. Quanto aos três municípios com maior efetivo de ovinos aparecem Açu e Apodi no Rio Grande do Norte com 17.011 e 16.823 animais, respectivamente, e Ourolândia na Bahia com 14.987 animais.

As áreas com pastagens plantadas em boas condições somam aproximadamente 459.138 ha. Os três municípios que se destacaram em área plantada eram de Minas Gerais, isto é, São João da Ponte, Janaúba e Francisco Sá com área de 78.008 ha, 73.733 ha e 65.779 ha, respectivamente. No entanto, destaca-se que existem cerca de 80.230 ha de pastagens considerados degradadas na unidade. Dos municípios com este problema, aparecem dois que também possuem maiores áreas de pastagens plantadas em boas condições, isto é, Janaúba com 9.797ha e São João da Ponte com 9.631ha. Outro município com problema similar é Iuiú (BA) com 10.914 ha. Somente esses três municípios representam 37,6% do total da área com pastagem degrada nessa unidade de paisagem.

Quanto à utilização de terras com pastagens naturais, constata-se que existiam cerca de 452.283 ha destas áreas na unidade das Superfícies Cársticas.

3.4 O Planalto da Borborema

Características gerais e solos dominantes – Essa paisagem, em geral, corresponde a uma grande estrutura elevada, com topografia irregular e cuja superfície encontra-se com altitudes dominantemente entre 400 e 900 m. Posiciona-se, em sua maior extensão, no ambiente semiárido, entre a zona úmida costeira e a Depressão Sertaneja, entre os Estados de Alagoas e do Rio Grande do Norte. Destacam-se nessa paisagem grandes áreas com relevos suaves a pouco movimentados e também elevações residuais e superfícies elevadas que podem atingir até mais de 1.100 m de altitude. Nas superfícies acima de 800 m, geralmente, observam-se os denominados brejos de altitude. São ambientes que se diferenciam não somente pela maior altitude, mas especialmente, pelo clima mais úmido, temperaturas mais amenas e pelos solos mais profundos, em geral, com maior conteúdo de matéria orgânica do que nos solos dos arredores.

Em termos geológicos (DANTAS, 1980), o predomínio é de rochas plutônicas ácidas do Pré-Cambriano. Entre essas rochas destacam-se, principalmente, os granitos, e uma menor proporção de granodioritos. Tem gran-

de destaque, também, uma mistura de rochas vulcânicas e metamórficas, em proporções variadas. De forma mais localizada, verificam-se domínios de rochas metamórficas como xistos, gnaisses e quartzitos que podem incluir também metarcósios e calcário cristalino. Muito raramente ocorrem áreas com recobrimentos no topo de algumas elevações.

Neste ambiente geológico e no contexto do clima semiárido menos seco em áreas significativas do Planalto, existem condições que permitem a ocorrência de solos relativamente mais desenvolvidos do que na Depressão Sertaneja. A partir das rochas vulcânicas ácidas, os principais solos desenvolvidos incluem Planossolos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos (Figura 20). Já a partir de rochas mais ricas em minerais máficos os principais solos desenvolvidos incluem Luvissolos e Vertissolos. Argissolos Amarelos e Argissolos Acinzentados também ocorrem na região, mas estão relacionados com material de origem relativamente pobre em minerais ferromagnesianos. Nos brejos de altitude são comumente encontrados solos com horizonte superficial mais espesso e escuro, rico em matéria orgânica, como por exemplo, em Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos e/ou Vermelho-Amarelos.

Potencialidades e limitações – Além das restrições do clima semiárido, as principais limitações ambientais desta unidade relacionam-se com o relevo movimentado; solos com baixa fertilidade natural; áreas com expressiva rochosidade/pedregosidade; solos rasos; solos com deficiência de drenagem; e alguns solos afetados por sais. As melhores potencialidades estão relacionadas com a presença de solos profundos (especialmente Argissolos); solos arenosos profundos mais com reserva de nutrientes (Neossolos Regolíticos); e áreas de brejos de altitude onde se destacam solos profundos (Argissolos e Latossolos) ricos em matéria orgânica.

Aspectos socioeconômicos – No concernente aos aspectos demográficos da unidade de paisagem – Planalto da Borborema – as estatísticas demonstram que, em 2010, a população dos seus 102 municípios representativos era de 2.546.356 habitantes (IBGE, 2010), sendo 51,5% do sexo feminino. Em destaque, os três municípios mais populosos incluem Campina Grande (PB) com 385.213 habitantes e Caruaru e Belo Jardim em Pernambuco com 314.912 e 72.432 habitantes, respectivamente. Quando se observa a localização dessa população, se urbana ou rural, nota-se que 68,8% residem em área urbana com uma predominância do sexo feminino, pois 1.311.222 são mulheres, ou seja, 52,6%. Em 2010, o Nordeste brasileiro contava com um contingente populacional de 53.078.137 ha-

bitantes, de modo que nesta unidade de paisagem sua população corresponde a 4,8% da região.

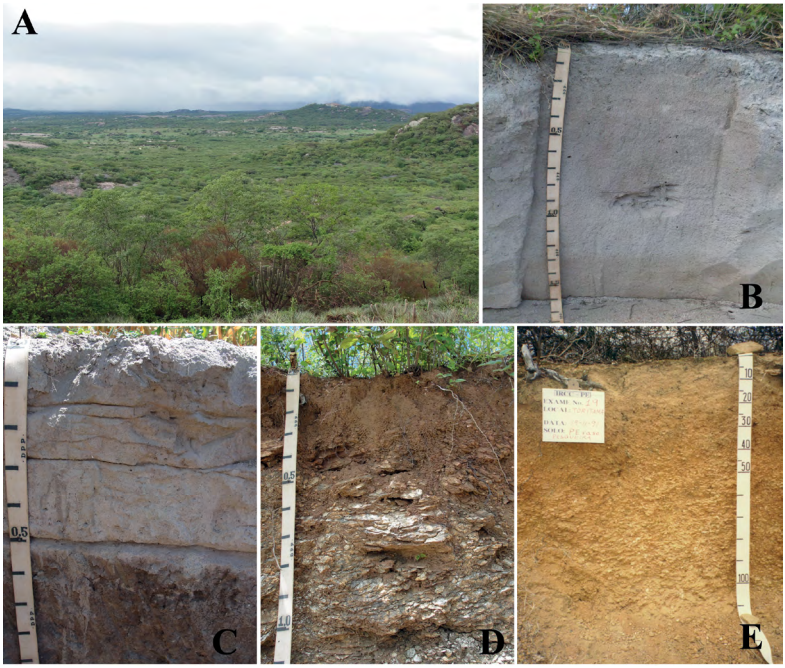
Em 2009, existiam 161.241 estabelecimentos agropecuários nos municípios dessa unidade com uma área de 2.441.584 ha. Entre estes, 70.258 ha das áreas eram ocupadas com lavouras permanentes (cana-de-açúcar, mamona, pastagens, algodão herbáceo, etc.) e 540.855 ha com lavouras temporárias (arroz, feijão, milho, mandioca, etc.). Essa quantidade de estabelecimentos e áreas representam 6,5% e 3,2%, respectivamente, da região Nordeste.

A pecuária, nos seus três principais rebanhos – bovinos, caprinos e ovinos – mostra um efetivo bovino no ano 2009 de 1.155.824 animais, ou seja, 4,1%, considerando que neste ano o Nordeste possuía 28.289.500 bovinos (IBGE, 2009). Os três municípios que se destacam com maior rebanho desses animais são de Pernambuco. São eles: São Bento do Una, Bom Conselho e Buíque com um efetivo de 62.718, 60.036 e 55.000 animais, respectivamente.

Os efetivos de caprinos e ovinos nessa unidade são 383.611 caprinos e 364.823 ovinos em 2009 (IBGE, 2009), representando 4,6% e 3,8%, respectivamente, em relação ao existente na região Nordeste. Os três municípios que se destacam na criação de caprinos são Serra Branca (26.108 animais), Soledade (16.260 animais) e Pocinhos (16.200 animais), todos no Estado da Paraíba. Quanto aos três municípios com maior efetivo de ovinos são Buíque e Pedra, em Pernambuco, com 24.000 e 16.000 animais, respectivamente, e Serra Branca na Paraíba com 14.124 ovinos.

Em termos de áreas com pastagens plantadas em boas condições, verifica-se que existiam cerca de 162.202 ha neste unidade de paisagem. Merecem destaques três municípios de Pernambuco que possuem maior área, isto é, Bom Conselho (18.432ha), Pedra (11.729ha) e Iati (7.357ha). É preocupante, no entanto, a existência de áreas expressivas com pastagem degradada que somam cerca de 30.134 ha. Os três municípios que possuem maiores áreas com este problema localizam-se em Pernambuco, são eles: Buíque (3.062ha), Bom Conselho (1.681ha) e Belo Jardim (1.269 há). Somente estes três municípios representam 20% do total da área com este problema.

Figura 20 – Aspecto do Planalto da Borborema e solos representativos



Fonte: acervo dos autores.

Notas: a) paisagem na região de Venturosa, Pernambuco; b) Neossolo Regolítico; c) Planossolo Háplico; d) Neossolo Litólico; e) Argissolo Vermelho-Amarelo.

Quanto à utilização de terras com pastagens naturais, constatou-se que existem cerca de 875.016 ha dessas áreas o que representa 5,4% das pastagens naturais do Nordeste.

3.5 Os Tabuleiros Costeiros

Características gerais e solos dominantes – Correspondem aos platôs costeiros mais secos localizados entre o Piauí e parte do litoral do Rio Grande do Norte. Posicionam-se, na sua maior extensão, entre a Baixada Litorânea e as áreas do embasamento cristalino relacionadas à Depressão Sertaneja. A superfície dessa unidade de paisagem tem a forma tabular, sendo normalmente dissecadas por vales e pequenos rios litorâneos. A altitude média situa-se na

faixa de 50 a 150 m acima do nível do mar. Quando aos aspectos geológicos (DANTAS, 1980), trata-se de sedimentos terciários do Grupo Barreiras, não consolidados, muito intemperizados, cauliníticos, geralmente, com estratificações bem visíveis e com granulometria diversificada.

Conforme a natureza geológica e ambiental desses sedimentos na zona semiárida costeira, os solos mais importantes desenvolvidos são os Argissolos Amarelos, Latossolos Amarelos e Neossolos Quartzarênicos (ARAÚJO FILHO et al., 2000; BRASIL, 1973b; 1971) (Figura 21). Outros solos de menor expressão incluem Argissolos Acinzentados, Plintossolos e Latossolos Vermelho-Amarelos. Com exceção dos solos arenosos, os demais desenvolvidos no ambiente dos Tabuleiros Costeiros tipicamente apresentam o fenômeno da coesão natural. A coesão é um forte endurecimento pedogenético, quando o solo atinge o estado seco, mas que se torna reversível no estado úmido. Em geral, esse endurecimento é bem expresso na camada situada entre 30 e 70 cm de profundidade (EMBRAPA, 2006).

Figura 21 – Aspecto dos Tabuleiros Costeiros e solos representativos

Fonte: acervo dos autores.

Notas: a) paisagem na região de São Gonçalo do Amarante, Ceará; b) Argissolo Amarelo; c) Latossolo Amarelo.

Potencialidades e limitações – A principal limitação para uso agrícola dos solos no ambiente dos Tabuleiros Costeiros é a fertilidade natural baixa, em função dos solos serem essencialmente cauliníticos. A coesão natural também interfere no crescimento de raízes, mas pode ser reduzida com o uso de práticas agrícolas que mantenham a umidade no solo. Também constitui limitação importante a textura arenosa de alguns solos, sobretudo os Neossolos Quartzarênicos. A textura arenosa restringe a capacidade de retenção de umidade e de nutrientes, além de reduzir a fertilidade natural dos solos. O principal aspecto positivo é a presença de solos profundos, mas sendo todos de baixa fertilidade natural.

Aspectos socioeconômicos – No que se refere aos aspectos demográficos da unidade de paisagem – Tabuleiros Costeiros – as estatísticas indicam que, em 2010, a população dos 20 municípios que fazem parte dessa unidade era cerca de 753.037 habitantes (IBGE, 2010), sendo 381.326 mulheres, das quais 69,2% residindo em área urbana. Os três municípios com maior número de habitantes incluem Arapiraca (AL) com 214.006 habitantes, Itapipoca (CE) com 116.065 habitantes e Macaíba (RN) com 69.467 habitantes. Quando se observa a localização dessa população, verifica-se que 67,7% deste contingente situa-se em área urbana. Em 2010, o Nordeste brasileiro contava com um contingente populacional de 53.078.137 habitantes e, nesse contexto, esta unidade de paisagem compreendia uma população que correspondia a 1,4% da população nordestina.

Em 2009, havia 26.487estabelecimentos agropecuários nos municípios dessa unidade, representando 1,1% dos estabelecimentos do Nordeste. A área por eles ocupada era de 523.855 ha, o que representa 0,7% da área dos estabelecimentos da região nordestina. Estes estabelecimentos possuíam 105.131 ha das áreas ocupadas com lavoura permanente (cana-de-açúcar, mamona, pastagens, algodão herbáceo, etc.) e 126.733 ha com lavoura temporária (arroz, feijão, milho, mandioca, etc.).

Na pecuária, analisados os seus três principais rebanhos – bovinos, caprinos e ovinos – registra-se um efetivo bovino, no ano 2009, de 166.191 animais, ou seja, 0,6% do rebanho nordestino, considerando que, nesse mesmo ano, o Nordeste possuía 28.289.850 bovinos (IBGE, 2009). Os três municípios que se destacam na criação desses animais incluem Arapiraca (AL) com 24.000 animais, Macaíba (RN) 23.970 animais e Itapipoca (CE) com 18.682 bovinos.

Com relação ao número de caprinos e ovinos, verifica-se que existiam 37.079 caprinos e 65.980 ovinos em 2009 (IBGE, 2009), representando

0,4% e 0,7%, respectivamente, em relação ao existente na região Nordeste. Os três municípios que se destacam na criação de caprinos incluem Itapipoca, Aracati e Itaiçaba no Ceará com 9.412, 5.215 e 3.575 animais, respectivamente. Quanto aos três municípios com maior efetivo de ovinos aparecem Aracati e Itapipoca no Ceará com 15.013 e 11.465 animais, respectivamente, e Macaíba (RN) com 6.715 animais.

Com relação às pastagens plantadas em boas condições, constatou-se um total de área da ordem de 34.821 ha, destacadamente nos municípios de Elísio Medrado (BA) com 13.001 ha, Arapiraca (AL) com 9.912 ha e Macaíba (RN) com 3.627 ha. É preocupante, no entanto, que existam cerca de 8.156 ha de pastagem plantada em estágio de degradação. Dos municípios com este problema, merecem destaque o de Macaíba (RN) com 1.724 ha, Arapiraca (AL) com 1.703 e o de Icapuí (CE) com 1.681 ha. Somente esses três municípios representam 62,6% do total da área com este problema nesta unidade de paisagem. Quanto à utilização de terras com pastagens naturais, constatou-se uma disponibilidade de área com cerca de 71.515 ha.

3.6 As Dunas Continentais

Esta unidade de paisagem situa-se totalmente no ambiente semiárido e corresponde às formações eólicas constituídas por sedimentos arenoquartzosos, com relevos pouco movimentados (suave ondulado e plano), no entorno do Reservatório de Sobradinho, entre Pilão Arcado e Casa Nova, estado da Bahia. Do ponto de vista geológico compreende depósitos arenosos eólicos continentais Quaternários. Em conformidade com o material de origem, os solos dominantes nesse ambiente são os Neossolos Quartzarênicos (Figura 22).

Figura 22 – Aspecto das Dunas Continentais e solo representativo

Fonte: acervo dos autores.
Notas: a) paisagem na região de Petrolina, Pernambuco e b) Neossolo Quartzarênico.

Potencialidades e limitações – As principais limitações dos ambientes onde encontram-se as Dunas Continentais são a baixa capacidade de retenção de água e de nutrientes e os riscos de erosão eólica. As potencialidades para fins de uso agrícola, em função dessas limitações, são muito baixas. São áreas mais recomendadas para preservação ambiental apesar de, em alguns casos, com o uso da técnica da fertirrigação, ser possível o agronegócio.

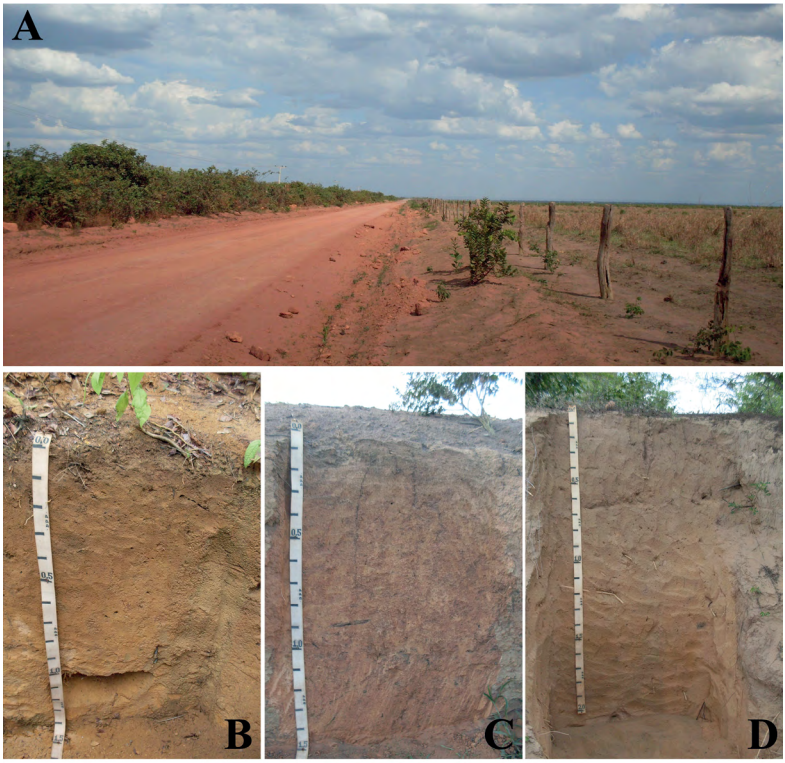
Aspectos socioeconômicos – Considerando que na metodologia empregada as informações socioeconômicas derivam dos municípios com pelo menos 60% da sua área dentro da unidade de paisagem, por este critério nenhum município foi contemplado nas Dunas Continentais. Daí, porque não constam informações socioeconômicas para esta unidade.

3.7 As Chapadas

Características gerais e solos dominantes – São áreas sedimentares elevadas, em geral, contornadas por escarpas areníticas, e com topos dominantemente planos. Nos domínios do semiárido compreendem áreas pertencentes à Chapada do Araripe, à Ibiapaba, às chapadas do Sudeste do Piauí, e à chapada Diamantina. No que diz respeito à geologia, incluem sedimentos de idades diversas (Paleozóicos, Mesozóicos e Cenozóicos) (DANTAS, 1980) e, também, alguns recobrimentos provavelmente terciários sobre rochas do Pré-Cambriano conforme se verifica na região da Chapada Diamantina (EMBRAPA, 1977/1979). Em conformidade com o

material geológico observado no topo das chapadas, em geral constituído por sedimentos muito intemperizados, os solos desenvolvidos compreendem Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos e, em menor proporção, Neossolos Quartzarênicos (Figura 23). Estes últimos formam-se onde os sedimentos são de natureza arenoquartzosa. Nas encostas são comuns Neossolos Litólicos, Argissolos e, por vezes, Plintossolos.

Figura 23 – Aspecto das Chapadas e solos representativos



Fonte: acervo dos autores.
Notas: a) paisagem na região Sul do Piauí; b) Latossolo Amarelo; c) Latossolo Varmelho-Amarelo; d) Neossolo Quartzarênico.

Potencialidades e limitações – A principal limitação dos ambientes no topo das chapadas é a condição do clima semiárido regional, mas de caráter

atenuado, além da fertilidade natural baixa dos solos e da textura arenosa de alguns solos. Como principais aspectos positivos para fins de uso agrícola, destacam-se a grande profundidade dos solos, as boas condições de drenagem e o relevo favorável para uso mecanizado.

Aspectos socioeconômicos – Em termos demográficos as estatísticas demonstram que nas Chapadas, em 2010, a população dos seus 155 municípios representativos era de 2.281.602 habitantes (IBGE, 2010), sendo 50,7% do sexo feminino. Neste contexto, os três municípios que se destacam com maior número de habitantes são Conceição do Canindé e Guaribas no Piauí com 4.475 e 4.401 habitantes, respectivamente, e Berizal em Minas Gerais com 4.370 habitantes. No concernente à localização dessa população, se urbana ou rural, verifica-se que 60,0% residem em área urbana tendo uma predominância do sexo feminino, com 52,0% (677.794 mulheres). Em 2010, o Nordeste brasileiro contava com um contingente populacional de 53.078.137 habitantes e neste contexto esta unidade de paisagem representa a 4,3% da população nordestina.

Em 2009, contabilizava-se 208.625 estabelecimentos agropecuários nos municípios dessa unidade perfazendo-se uma área total de 7.207.052 ha. Estes estabelecimentos possuíam 258.026 ha das áreas ocupadas com lavouras permanentes (cana-de-açúcar, mamona, pastagens, algodão herbáceo, etc.) e 663.906 ha com lavouras temporárias (arroz, feijão, milho, mandioca, etc.). Para a região nordestina existiam 2.454.006 estabelecimentos com uma área de 75.594.442 hectares. Isto significa dizer que esta unidade possuía 8,5% dos estabelecimentos agropecuários do Nordeste e uma área equivalendo a 9,5% da região.

No que se refere à pecuária dessa unidade, analisados os seus três principais rebanhos – bovinos, caprinos e ovinos – verifica-se que o efetivo bovino no ano 2009 era de 1.729.303 animais, ou seja, 6,1% do rebanho nordestino, considerando que neste mesmo ano o Nordeste possuía 28.289.850 bovinos (IBGE, 2009). Os três municípios que se destacavam na criação destes animais incluíam Vitória da Conquista (BA) com 136.002 animais, Januária (MG) com 75.926 animais e Cocos (BA) com 48.461 bovinos.

Em termos de caprinos e ovinos nessa unidade, verificou-se que existiam 541.030 caprinos e 546.529 ovinos em 2009 (IBGE, 2009), representando 6,5% e 5,7%, respectivamente, em relação ao existente na região Nordeste. Entre os municípios com maior número de caprinos, os três mais numerosos incluíam São Miguel do Tapuio (PI) com 25.630 animais, Umburanas (BA) com 20.344 animais e Milton Brandão (PI) com 18.742 ca-

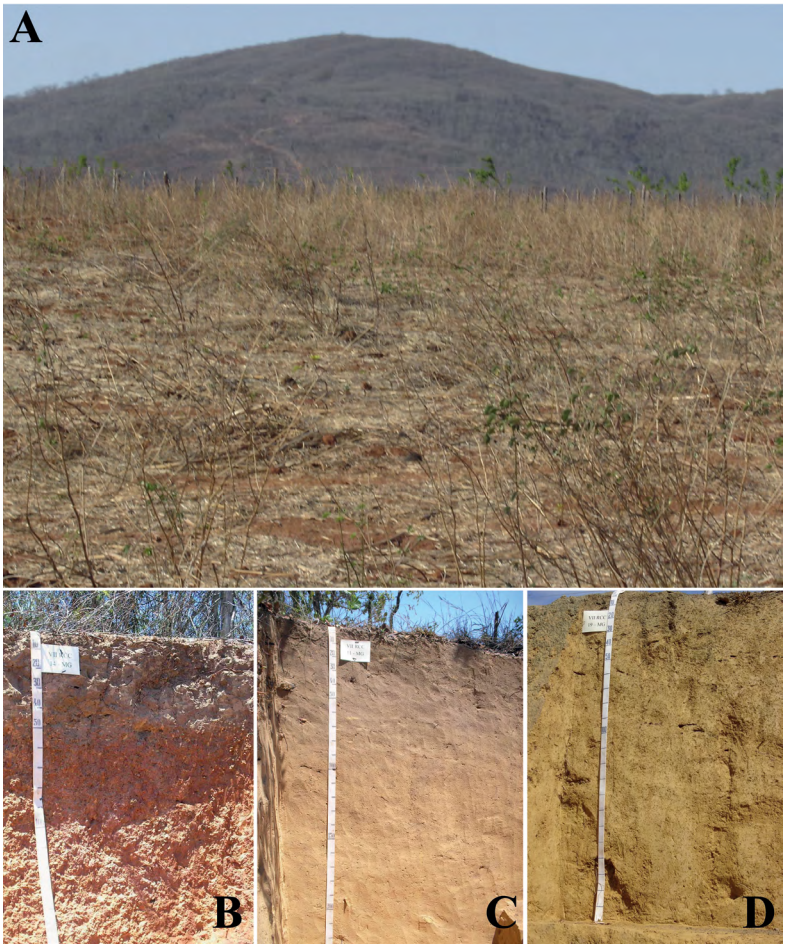
prinos. Quanto aos três municípios com maior efetivo de ovinos aparecem São Miguel do Tapuio (PI) com 28.100 animais, Patos do Piauí e Campinas do Piauí com 16. 699 e 16.487 animais, respectivamente.

Em termos de pastagens plantadas em boas condições, verificou-se uma área com aproximadamente 796.169ha. Em destaque, aparecem os municípios de Vitória da Conquista e Cocos na Bahia com 52.526 e 43.705 ha, respectivamente, e Januária (MG) com 31.007 ha. Ressalta-se, no entanto, que existem cerca de 191.387 ha em áreas de pastagens consideradas degradadas. Entre os municípios com este problema, merecem destaque dois daqueles que aparecem com maiores áreas de pastagens plantadas em boas condições que são Vitória da Conquista e Cocos na Bahia com 16.308 e 10.009ha, respectivamente, e também um terceiro município, isto é, Caitite na Bahia com 9.270 ha. Somente esses três municípios representam 18,6% do total de área com pastagens degradadas nesta unidade de paisagem. Quanto à utilização de terras com pastagens naturais, constata-se que existem cerca de 1.310.440 ha destas áreas.

3.8 O Mar de Morros

Características gerais e solos dominantes – Em conformidade com Resende et al. (2007), essa unidade de paisagem tipifica-se por apresentar uma superfície constituída por um conjunto de morros e colinas, comumente no formato de "meia laranja" e/ou apresentando elevações alongadas na forma de "ondas do mar". No semiárido, estes ambientes estão relacionados às áreas onde se destacam as caatingas menos secas, na região das encostas da Serra do Espinhaço (MG), no vale do Rio de Contas, na encosta oriental da Chapada Diamantina e nos terrenos movimentados entre Senhor do Bonfim e Jacobina, estado da Bahia. Em termos geológicos englobam rochas do Pré-Cambriano que incluem granitos, gnaisses, xistos e áreas com recobrimentos (EMBRAPA, 1977/1979). Neste contexto geológico destacam-se solos das classes dos Latossolos, Argissolos, Cambissolos e, em menor proporção, dos Neossolos Litólicos (Figura 24).

Figura 24 – Aspecto do Mar e Morros e solos representativos



Fonte: acervo dos autores.
Notas: a) paisagem na região de Salinas, Minas Gerais; b) Argissolo Vermelho; c) Latossolo Varmelho-Amarelo, e; d) Cambissolo Háplico.

Potencialidades e limitações – O relevo regional muito movimentado (declives > 20%), constitui a limitação mais forte da unidade, além da fertilidade natural baixa a muito baixa dos solos. Como aspecto positivo para

o uso agrícola, tem-se a ocorrência de solos profundos, mas com seu uso limitado devido às restrições de relevo.

Aspectos socioeconômicos – Em termos demográficos, as estatísticas indicam que na paisagem do Mar de Morros, em 2010, a população dos 63 municípios representativos era de 1.362.803 habitantes (IBGE, 2010), sendo 50,4% do sexo feminino. Os três municípios com maior número de habitantes são os de Jequié (BA) com 151.895 habitantes, Garanhuns (PE) com 129.408 habitantes e Itapetinga (BA) com 68.273 habitantes. Quando se observa a localização dessa população, se no meio urbano ou rural, verifica-se que 67,2% residem em área urbana e com uma predominância do sexo feminino, pois 474.229 são mulheres, ou seja, 51,7%. Em conformidade com o contingente populacional de 2010 do Nordeste brasileiro, com cerca de 53.078.137 habitantes, esta unidade de paisagem representa 2,6% da população do Nordeste.

Em 2009, totalizavam cerca de 95.251 estabelecimentos agropecuários nos municípios desta unidade e a área por eles ocupada era de 4.053.552 ha. Estes estabelecimentos possuíam 80.392 ha das áreas ocupadas com lavoura permanente (cana-de-açúcar, mamona, pastagens, algodão herbáceo, etc.) e 148.963 ha com lavoura temporária (arroz, feijão, milho, mandioca, etc.). Em relação à região nordestina com 2.454.006 estabelecimentos e com uma área de 75.594.442 ha, esta unidade possui 3,9% dos estabelecimentos agropecuários do nordeste e uma área equivalente a 5,4% da região.

Com relação à pecuária, se analisadas os seus três principais rebanhos – bovinos, caprinos e ovinos – verifica-se um efetivo bovino no ano de 2009 com cerca de 2.104.143 animais, ou seja, 7,4% do rebanho nordestino, considerando que neste mesmo ano o Nordeste possuía 28.289.850 bovinos (IBGE, 2009). Os três municípios que se destacam na criação destes animais, em maior efetivo, são todos da Bahia, isto é, Itapetinga, Itarantim e Itambé com 134.826, 130.515 e 127.872 animais, respectivamente.

Quando analisados os efetivos dos caprinos e ovinos, verifica-se que existiam 252.781 caprinos e 231.764 ovinos em 2009 (IBGE, 2009), representando 3,0% e 2,4%, respectivamente, em relação à região nordeste. Os três municípios com maior número de caprino são os de Tanhaçu, Anajé e Maracás na Bahia com 38.104, 24.554 e 22.503 animais, respectivamente. Quanto aos três municípios com maior efetivo de ovinos aparecem Anajé, Tanhaçu e Iaçu na Bahia com 19.757, 17.598 e 11.105 animais, respectivamente. Com relação às pastagens plantadas em boas condições, verifica-se a existência de uma área com cerca de 1.259.856 ha. Merecem destaque três municípios da

Bahia, isto é, Itabera, Itarantim e Boa Vista do Tupim com 76.918, 69.373 e 61.734 ha, respectivamente. É preocupante, no entanto, a existência de uma área de pastagens em estado de degradação com cerca de 308. 918 ha. Entre os municípios com este problema destacam-se três na Bahia, ou seja, Ruy Barbosa, Boa Vista do Tupim e Itaberaba com 22.952, 19.598 e 19.561 ha, respectivamente. Somente estes três municípios representam 20,1% do total da área com este problema nesta unidade de paisagem.

Quanto à utilização de terras com pastagens naturais, constatou-se que existem cerca de 1.046.904 ha destas áreas o que representa 6,5% da região Nordeste.

3.9 As Várzeas e Terraços Aluvionares

Características gerais e solos dominantes – São ambientes de deposição sedimentar, recentes, localizados nas calhas de rios e riachos que drenam o semiárido. Por serem áreas rebaixadas e com solos relativamente profundos, acumulam e mantêm a umidade por um período mais prolongado do que nas áreas adjacentes do ambiente semiárido com rochas cristalinas. Em tais ambientes o relevo é dominantemente plano, mas, por vezes, contém algumas irregularidades devido à presença de afloramentos rochosos. Em termos geológicos (DANTAS, 1980) compreendem os aluviões do período Quaternário que tipicamente formam deposições estratificadas com granulometria diversificada. Em conformidade com o material de origem, os solos dominantes nesses ambientes são os Neossolos Flúvicos, que, por vezes, ocorrem associados com alguns Cambissolos Flúvicos. Como inclusões nesses ambientes citam-se alguns Vertissolos e sedimentos recentes que ainda não constituem solos, mas apenas tipos de terreno (Figura 25).

Figura 25 – Aspecto de Várzeas e Terraços Aluvionares e solos representativos

Fonte: acervo dos autores.

Notas: a) paisagem na região de Petrolina, Pernambuco; b) Neossolo Flúvico; c) Cambissolo Flúvico; d) Terraços aluvionares salinizados (manchas brancas).

Potencialidades e limitações – Como limitações, além do clima semiárido com chuvas escassas e irregulares, destacam-se principalmente os riscos de inundações, conforme o regime de chuva regional, e os de saliniza-

ção e/ou de sodicidade. Embora com essas restrições, são ambientes onde se destacam solos com média e até mesmo alta fertilidade natural e que, se manejados adequadamente, respeitando a legislação ambiental em vigor, podem permitir boas produtividades. Por isso, são áreas muito utilizadas pelos agricultores familiares.

Aspectos socioeconômicos – Em termos demográficos, as estatísticas indicam que, em 2010, a população de dois municípios representativos dessa unidade era de 15.298 habitantes (IBGE, 2010), sendo 50,1% do sexo feminino. Em São João do Jaguaribe (CE), o contingente populacional ficou em torno de 7.900 habitantes e em Nova porteirinha (MG) tem-se um valor da ordem de 7.398 habitantes. Quando se observa a localização desta população, se urbana ou rural, verifica-se que 47,3% residem em área urbana com uma predominância do sexo feminino, pois 3.727 são mulheres, ou seja, 51,5%. Considerando a população do Nordeste em 2010, esta unidade de paisagem é ocupada por uma população muito pequena que corresponde a 0,02% da população nordestina.

Em 2009, os estabelecimentos agropecuários somavam um quantitativo de 1.965 nos municípios desta unidade e a área por eles ocupada era de 29.771 ha. Estes números correspondem a 0,1% dos estabelecimentos da região Nordeste e 0,04% em termos de área. Nestes estabelecimentos, cerca de 4.860 ha eram ocupados com lavouras permanentes (cana-de-açúcar, mamona, pastagens, algodão herbáceo, etc.) e 3.200 ha com lavouras temporárias (arroz, feijão, milho, mandioca, etc.).

A pecuária, nos três principais rebanhos – bovinos, caprinos e ovinos – mostra um efetivo bovino no ano 2009 de 14.803 animais, ou seja, 0,05% do rebanho nordestino (IBGE, 2009). Quando analisados os efetivos dos caprinos e ovinos, verifica-se que existiam 4.470 caprinos representando 0,05% do rebanho nordestino e 7.210 ovinos em 2009 (IBGE, 2009), equivalendo a 0,07% dos ovinos existente na região Nordeste.

Em termos de pastagens plantadas em boas condições, constata-se uma área com cerca de 1.499 ha, porém também destaca-se nessa mesma unidade de paisagem uma área com cerca de 803 ha com pastagens degradadas. Quanto à utilização de terras com pastagens naturais, constata-se a disponibilidade de áreas somando cerca de 7.850 ha.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região semiárida exibe uma variabilidade ambiental relativamente grande. Tais variações, de modo geral, são refletidas pelos solos e têm como uma das causas mais relevantes os diferentes materiais geológicos que integram a região.

A Depressão Sertaneja é a uma das paisagens mais expressivas e mais secas do semiárido e nela se destacam solos pouco profundos a rasos, geralmente associados com pedregosidade e/ou rochosidade. Entre os principais solos têm-se os Neossolos Litólicos, Planossolos, Luvissolos e Neossolos Regolíticos cuja distribuição geográfica é controlada, principalmente, pela natureza do substrato geológico e, em certos casos, com maior ou menor a influência do relevo. Nessa paisagem, além das condições climáticas muito restritivas e da presença marcante de pedregosidade e/ou de rochosidade, ainda se destaca os riscos de erosão e de salinização que já ocorrem de forma natural. Os ambientes favoráveis para fins de uso agrícola restringem-se, principalmente, às áreas onde ocorrem coberturas pedimentares sobre rochas cristalinas.

A Bacia Jatobá-Tucano e similares têm como solos mais expressivos os Neossolos Quartzarênicos que são uma consequência do seu material de origem. Nos ambientes em que os sedimentos são menos arenosos são encontrados Latossolos e também alguns Argissolos os quais oferecem as melhores condições para o uso no setor agrícola.

Nos ambientes das Superfícies Cársticas ocorrem os solos com as melhores potencialidades agrícolas no semiárido. Conforme o material de origem, os solos, em geral, são de fertilidade natural alta e pertencem dominantemente à classe dos Cambissolos. Como existem as restrições de ordem climática, é preciso implementar projetos de irrigação visando ao uso racional desses solos.

No Planalto da Borborema, as ligeiras variações de umidade em função, principalmente, da altitude e do relevo, permitem o desenvolvimento de solos que incluem Planossolos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos. Entre esses, os mais favoráveis para fins de uso agrícola são os Argissolos e Neossolos Regolíticos.

Nos Tabuleiros Costeiros, os sedimentos são muito intemperizados e tipicamente cauliníticos e, por isso, os solos são de baixa fertilidade natural, também refletindo o seu material de origem. Os mais dominantes são os

Argissolos Amarelos e Latossolos Amarelos que, tipicamente, apresentam o fenômeno da coesão natural. Destacam-se ainda áreas importantes com Neossolos Quartzarênicos que são solos com baixo a muito baixo potencial para fins de uso agrícola.

Nos ambientes com dunas continentais, os solos que se destacam são os Neossolos Quartzarênicos. Tais solos apresentam fortes restrições para o armazenamento hídrico e de nutrientes para as plantas. Por conseguinte, são ambientes mais recomendados para preservação ambiental.

Nos domínios das chapadas, conforme o material de origem, os sedimentos são relativamente pobres, pois são tipicamente cauliníticos. Os solos mais importantes são Latossolos e, em menor proporção, Neossolos Quartzarênicos. Ressalta-se que são ambientes propícios para o desenvolvimento de atividades agrícolas motomecanizadas, mas depende de correções da fertilidade dos solos visando a suprir nutrientes às culturas.

Os domínios de mares de morros contidos no semiárido correspondem a ambientes onde as caatingas são menos secas e os solos mais importantes são os Latossolos, Argissolos, Cambissolos e, em menor proporção, os Neossolos Litólicos. O relevo movimentado, riscos de erosão e a pouca profundidade de alguns solos são os fatores mais importantes que restringem o uso agrícola das terras.

Finalmente, as Várzeas e Terraços Aluvionares são ambientes com solos recentes dominantemente da classe Neossolos Flúvicos e, em baixas proporções, da classe dos Cambissolos Flúvicos. Em geral, esses solos apresentam média a alta fertilidade natural e os agricultores familiares, preferencialmente, cultivam bastante essas áreas. Entretanto, vale salientar que são ambientes onde os solos podem ser salinizados facilmente se manejados de forma incorreta e, por vezes, já ocorrem salinizados naturalmente. Além da salinização, também são áreas com riscos de inundação conforme o regime de chuvas da região.

A análise de aspectos socioeconômicos da região Nordeste mostra, em síntese, que a população urbana tem crescido bastante em relação à rural e, de forma característica, com predominância do sexo feminino nas cidades.

Observa-se, também, nas diferentes unidades de paisagens da região, que os rebanhos (bovino, caprino e ovinocultura) vêm ganhando destaque quando comparados a outras espécies de explorações. Essa tendência tem alterado o comportamento dos pecuaristas e, por isso, já se verifica a busca de alternativas como o uso de forrageiras mais resistentes à seca e com

maior capacidade de suporte. Em consequência dessa busca de alternativa, deverá se intensificar ainda mais o sistema produtivo, pois como se sabe, a deficiência nutricional é uma das grandes limitações para que a exploração desses animais se torne uma atividade econômica importante para o desenvolvimento regional. Por outro lado, também é verificada uma enorme área com pastagens, apresentando problemas de degradação e, portanto, necessitando de sérias e urgentes intervenções de recuperação e/ou orientações de manejo, visando a evitar que o problema se agrave ainda mais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; MÉLO FILHO, H. F. R.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P.; SOUSA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P.; LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco.** Recife: Embrapa Solos/UEP Recife; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 252 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11). 1 CD-ROM.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco.** Recife: Sudene: DNPEA, 1972a. v. 2, 354 p. (Sudene. Boletim Técnico, 26).

_____. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco.** Recife: Sudene, 1973a. v.1, 359 p. (Sudene. Boletim Técnico, 26).

_____. Escritório de Pesquisa e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. **I. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. II. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba.** Recife: Sudene: DNPEA, 1972b. 683 p. (Sudene. Pedologia, 8 ; DNPEA. Boletim Técnico, 15).

_____. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará.** Recife: Sudene: DNPEA, 1973b. 2 v. (Sudene. Pedologia, 16 ; DNPEA. Boletim Técnico, 28).

_____. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte.** Recife: Sudene: DNPEA, 1971. 531 p. (Sudene. Pedologia, 9; DNPEA. Boletim Técnico, 21).

_____. Ministério da Integração Nacional. Resolução nº 115, de 23 de Novembro de 2017. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 dez. 2017. Seção 1, p. 26-27-34.

BUOL, S. W.; HOLE, F. D.; McCRACKEN, R. J.; SOUTHARD, R. J. **Soil genesis and classification**. 4.ed.. Ames: Iowa State University, 1997.

CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, F. B. R. e. **Avaliação do potencial das terras para irrigação no Nordeste**: para compatibilização com os recursos hídricos). Brasília, DF: Embrapa- SPI; Petrolina: Embrapa-CPATSA; Recife: Embrapa Solos/UEP Recife, 1994.

DANTAS, J. R. A. **Mapa geológico do Estado de Pernambuco.** Recife: DNPM, 1980.

EMBRAPA. Centro de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas**. Rio de Janeiro; Recife: Sudene, 1975a. 532 p. (Embrapa-CPP. Boletim Técnico, 35; Sudene. Recursos de Solos, 5).

_____. Centro de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento exploratório--reconhecimento de solos do Estado de Sergipe.** Rio de Janeiro; Recife: Sudene, 1975b. 506 p. (Embrapa-CPP. Boletim Técnico, 36; Sudene. Recursos de Solos, 6).

_____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem esquerda do rio São Francisco, Estado da Bahia.** Rio de Janeiro; Recife: Sudene, 1976. 404p. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 38; Sudene. Recursos de Solos, 7).

_____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco, Estado da Bahia.** Rio de Janeiro; Recife: Sudene, 1977/1979. 2 v. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 52; Sudene. Recursos de Solos, 10).

_____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do norte de Minas Gerais:** área de atuação da Sudene. Rio de Janeiro; Recife: Sudene, 1979. 407 p. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 60; Sudene. Recursos de Solos, 12).

_____. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí.** Rio de Janeiro; Recife: Sudene, 1986. 2 v. (Embrapa-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 36; Sudene. Recursos de Solos, 18).

IBGE. **Censo agropecuário 1996**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ home/ estatística/economia/agropecuária/censoagro/1995_1996/default.shtm>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. **Censo agropecuário 1999**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ home/ estatística/economia/agropecuária/censoagro/1995_1996/default.shtm>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. **Censo agropecuário 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/ estatística/economia/agropecuária/censoagro/default.shtm>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. **Censo agropecuário 2009**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/ estatística/ economia/ agropecuária/ censoagro/default.shtm>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. **Censo demográfico 2000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/ estatística/população/censo2000/>. Acesso em: 8 set. 2011.

_____. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br /home/estatística /população/ censo2010/default.shtm>. Acesso em: 8 set. 2011.

_____. **Pesquisa agrícola municipal 2009.** Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/ bda/tabela/ protabl.asp?c=1618&z=t&o=2&i=P>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. **Pesquisa pecuária municipal 1999**. Disponível em: <http:// www.sidra.ibge.gov.br/ bda/ tabela/ protabl.asp?c=1618&z=t&o=2&i=P>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. **Pesquisa pecuária municipal 2009**. Disponível em: <http:// www.sidra.ibge.gov.br/ bda/ tabela/ protabl.asp?c=1618&z=t&o=2&i=P>. Acesso em: 20 jul. 2011.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas: características e uso agrícola. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa, MG: UFV: SBCS, 1996. p. 95-133.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil**: guia auxiliar para o seu reconhecimento. Jaboticabal: Funep, 1992.

OLIVEIRA, C. A. V.; CORREIA, R. C.; BONNAL, P.; CAVALCANTI, N. B.; SILVA, C. N. Tipologia dos Sistemas de produção praticados pelos pequenos produtores do Estado do Rio Grande do Norte. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUCAO, 3., 1998, Florianópolis. **Anais**..., Florianópolis: SBSP: Epagri, 1998.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 5.ed. Lavras: Ufla, 2007.

SÁ, I. B.; SILVA. P. C. G (Ed.). **Semiárido brasileiro**: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina, Embrapa Semiárido, 2010.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUSA NETO, N. C.; BRITO, L. T. L.; COREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: Embrapa-CPATSA; Recife: Embrapa-CNPS; UEP Recife, 1993. 2 v. (Embrapa-CPATSA. Documentos, 80).

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics**: a study of weathering and denudation in low latitudes. New York: John Wiley, 1994.

Capítulo 2

Aspectos meteorológicos do Semiárido brasileiro

Magna Soelma Beserra de Moura
José Espínola Sobrinho
Thieres George Freire da Silva
Werônica Meira de Souza

1 INTRODUÇÃO

Conhecer a atmosfera do planeta Terra é uma das aspirações que vêm sendo perseguidas pela humanidade desde os tempos mais remotos. A partir do momento em que o homem tomou consciência da interdependência das condições climáticas e daquelas resultantes de sua deliberada intervenção no meio natural, como necessidade para o desenvolvimento social, ele passou a produzir e registrar o conhecimento sobre os componentes da natureza (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A agricultura é uma das atividades econômicas mais dependentes das condições climáticas. Os elementos meteorológicos afetam não só os processos metabólicos das plantas, diretamente relacionados à produção vegetal, como também as mais diversas atividades no campo. Cerca de 80% da variabilidade da produção agrícola no mundo devem-se às oscilações das condições meteorológicas durante o ciclo de cultivo, especialmente, para as culturas de sequeiro, já que os agricultores não podem exercer controle sobre tais fenômenos naturais (MONTEIRO, 2009).

A Agrometeorologia ou Meteorologia Agrícola é a área das Ciências Naturais que realiza o estudo das condições atmosféricas e suas interferências no meio rural, resultando em aplicação direta no planejamento e na tomada de decisões na agropecuária. De um modo geral, as variáveis meteorológicas que afetam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das espécies, principalmente das culturas agrícolas, são chuva, temperatura do ar, radiação solar, fotoperíodo, umidade do ar e do solo e velocidade e direção do vento (MONTEIRO, 2009).

O Semiárido brasileiro é caracterizado por um conjunto de períodos com balanços hídricos negativos, resultantes da precipitação média anual inferior a 800 mm, insolação média de 2.800 horas por ano e umidade relativa anual média em torno de 50% (MOURA et al., 2007). Neste ambiente, a irregularidade espacial e temporal das chuvas, a ocorrência de anos secos consecutivos e a precipitação concentrada em poucos dias e mal distribuída em quatro meses do ano são determinantes para a sobrevivência das famílias e a produção agrícola e dos rebanhos. Dessa forma, este capítulo aborda os principais sistemas meteorológicos que ocasionam as precipitações no Semiárido brasileiro e traz um resumo dos mapas climáticos de chuva, evaporação, temperatura e umidade relativa do ar.

2 PRINCIPAIS SISTEMAS METEOROLÓGICOS RESPONSÁVEIS PELAS CHUVAS NO NORDESTE BRASILEIRO

O clima de qualquer região é determinado em grande parte pela circulação geral da atmosfera. Essa circulação resulta do aquecimento diferencial do globo pela radiação solar, da distribuição assimétrica de oceanos e dos continentes, assim como das características topográficas sobre este último. Padrões de circulação gerados na atmosfera redistribuem calor, umidade e momentum (quantidade de movimento) por todo o globo. No entanto, essa redistribuição não é homogênea, agindo algumas vezes no sentido de diminuir as variações regionais dos elementos climáticos, como temperatura e precipitação, as quais, têm enorme influência nas atividades humanas (FERREIRA; MELLO, 2005).

Do ponto de vista climático, a maior porção da região Nordeste do Brasil (NEB) é considerada semiárida por apresentar substanciais variações

temporais e espaciais da precipitação pluviométrica e elevadas temperaturas ao longo do ano (AZEVEDO, 1998). Apesar das elevadas temperaturas registradas, as amplitudes térmicas máximas oscilam em torno de 6 °C.

Devido à localização no extremo leste da América do Sul tropical, a NEB está submetida à influência de fenômenos meteorológicos que lhe conferem características climáticas peculiares, que a diferencia das demais regiões semiáridas de todo o mundo (MOLION; BERNARDO, 2000). A grande variabilidade no regime pluviométrico do Nordeste do Brasil é, em parte, explicada em função dos diversos fenômenos que atuam nessa área. Na região Nordeste do Brasil há pelo menos cinco sistemas meteorológicos (Figura 1).

Figura 1 – Principais sistemas causadores de chuva no Nordeste brasileiro

Fonte: autores.

Estes sistemas produzem precipitação pluviométrica, são eles: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); as instabilidades associadas a Frentes Frias; os Distúrbios Ondulatórios de Leste ou Ondas de Leste; os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS (Ciclones na Média e Alta Tropos-

fera do tipo Baixas Frias); e as Brisas Terrestre e Marítima. Cada um desses sistemas atua mais fortemente em sub-regiões distintas, mas também podem se sobrepor em algumas sub-regiões, tanto nas mesmas épocas quanto em períodos diferentes. Alguns desses sistemas são influenciados pelo albedo da superfície e pela orografia. Ressalta-se também a importância e a influência dos fenômenos climáticos El Niño, La Niña, Dipolo do Atlântico e das Oscilações de 30-60 dias nas chuvas do Nordeste brasileiro.

- *Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)*

A confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte (alísios de nordeste) e os do Hemisfério Sul (alísios de sudeste) forma a ZCIT. O resultado dessa confluência ocasiona movimentos ascendentes do ar com alto teor de vapor d'água. Ao subir na atmosfera, o vapor d'água se resfria e condensa dando origem ao aparecimento de nuvens numa faixa que é conhecida como tendo a mais alta taxa de precipitação do Globo Terrestre. A faixa de convergência é facilmente reconhecida em fotos aéreas e imagens de satélites pela presença quase constante de nebulosidade (HASTENRATH; HELLER,1977; CAVALCANTI et al., 2009). É considerado o sistema gerador mais importante de precipitação sobre a região equatorial dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, assim como sobre áreas continentais adjacentes.

Esse sistema atmosférico, em geral, atua sobre uma região qualquer pelo período superior a dois meses, ou seja, é um fenômeno tipicamente climático, com uma escala de tempo sazonal. O seu eixo médio determina a conhecida posição da ZCIT; sendo que a nebulosidade e a precipitação acontecem no entorno desse eixo, principalmente na direção norte-sul. Esse eixo varia no sentido norte-sul, durante o ano, e sua intensidade depende da circulação geral da atmosfera, bem como do aquecimento da superfície. Esse eixo acompanha o deslocamento aparente do Sol com um atraso de aproximadamente dois meses, em média. Na faixa do Atlântico na região da América do Sul, sua posição mais ao norte se dá em agosto-setembro quando alcança 15o N, enquanto sua posição mais ao sul acontece em março-abril quando chega a 5o S. Essas posições podem variar mais para norte ou para sul em alguns anos, o que está associado com a ocorrência de secas (posição mais ao norte) e de chuvas acima da média (posição mais ao sul) (CAVIEDES, 1972).

A ZCIT é mais significativa sobre os oceanos e por isso, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) é um dos fatores determinantes na sua posição e intensidade (FERREIRA; MELLO, 2005), podendo ser utilizada para previsão da localização futura da ZCIT com alguns meses de antecedência. Contudo,

as chuvas intensas ocorridas em algumas áreas sob a influência da ZCIT, geralmente, só são previstas com poucas horas, e a melhoria da previsão desses sistemas depende de informações de altitude e de radar meteorológico.

A atuação da ZCIT no Nordeste brasileiro se dá, principalmente, nos meses de março e abril, e, em muitos anos, está presente nos meses de fevereiro e maio. Por outro lado, em anos nos quais a ZCIT não se apresenta sobre a região nos meses de março ou abril, o Nordeste sofre com a redução de chuvas, principalmente na sua parte semiárida mais ao norte, como nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.

- *Sistemas Frontais ou Frentes Frias*

É outro importante mecanismo causador de chuvas no NEB que está ligado à penetração de Frentes Frias (FF) vindas do polo sul e que chegam a atingir até as latitudes tropicais entre os meses de novembro e fevereiro. A penetração de frentes frias provenientes de regiões sub-antárticas, adentrando o Brasil e a região Nordeste, ou as instabilidades causadas pelo avanço desses sistemas, constituem um dos mecanismos da produção de chuvas na região. Esse mecanismo foi reconhecido por Serra em 1941 e bem documentado por Kousky em 1979. A frequência desses sistemas é de aproximadamente um a cada cinco dias no Sul e Sudeste do Brasil, mas, somente alguns desses sistemas ou parte deles penetram mais ao norte (KOUSKY; VIRJI, 1982). Dessa maneira, são poucos os sistemas que influenciam o semiárido do Nordeste produzindo chuvas, onde eles não possuem o gradiente térmico característico que apresentam nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

As frentes frias (FF) são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) e uma massa de ar quente (menos densa). As FF são facilmente identificadas nas imagens de satélite e geralmente se deslocam de sudoeste para nordeste sobre o continente e oceano Atlântico adjacente. Algumas vezes, estas alcançam latitudes muito baixas sobre o oeste da Amazônia e ao longo da costa do NEB, interagindo com o ar quente e úmido tropical, produzindo chuvas fortes sobre o continente, no litoral NEB (CAVALCANTI et al., 2009).

Ressalta-se que as bandas de nebulosidade associadas aos sistemas frontais que penetram na região Nordeste do Brasil são na verdade remanescentes de frentes frias que avançam sobre o sul da região Nordeste, influenciando-a, principalmente, entre os meses de novembro e fevereiro. Em alguns casos as FF podem se associar a outros sistemas meteorológicos e influenciar as precipitações do NEB nos meses de maio a agosto.

- *Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN)*

Os VCAN que atingem a região NEB são sistemas meteorológicos caracterizados por centros de pressão relativamente baixa que se originam na alta troposfera e se estendem até os níveis médios, dependendo da instabilidade atmosférica (CAVALCANTI et al., 2009). Formam-se no oceano Atlântico, entre os meses de outubro e março, e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro. Os VCAN são conjuntos de nuvens que, observados pelas imagens de satélite, têm a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia há formação de nuvens causadoras de chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo (subsidência), aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens e de chuva. O tempo de vida desses sistemas varia, em média, entre 7 e 10 dias.

- *Linhas de Instabilidade (LI)*

As linhas de instabilidade que se formam, principalmente, nos meses de verão no hemisfério sul (dezembro a março), ao sul da Linha do Equador influenciam as chuvas no litoral norte do Nordeste e regiões adjacentes e ocorrem no período da tarde e início da noite. As Linhas de Instabilidade são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cúmulos, organizadas em forma de linha, daí o seu nome. Sua formação se dá basicamente pelo fato de que com a grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical ocorre o desenvolvimento das nuvens tipo cúmulos, que atingem um número maior à tarde, quando a convecção é máxima, com consequentes chuvas. Outro fator que contribui para o incremento das Linhas de Instabilidade, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT (FERREIRA; MELLO, 2005).

- *Ondas de Leste (OL)*

Também conhecidas como Distúrbios Ondulatórios de Leste são ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de leste para oeste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil. Este sistema provoca chuvas, principalmente, na Zona da Mata que se estende desde o Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte. Quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis as Ondas de Leste também provocam chuvas no interior do Nordeste brasileiro, alcançando

áreas do semiárido nos meses de junho, julho e agosto, principalmente na parte centro-norte da região com distâncias que podem chegar até 200 km distante do litoral (CAVALCANTI et al., 2009). Entretanto, condições do relevo, particularmente as serras entre os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco atuam com uma barreira física impedindo o avanço das ondas de lestes para o sertão destes estados, resultando em menores precipitações nas áreas localizadas após o bloqueio ocasionado pelo relevo.

- Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMS)

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMS) são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais favoráveis como temperatura, relevo, pressão, etc., e provocam chuvas fortes e de curta duração, normalmente, acompanhadas de fortes rajadas de vento. Os CCMs, na região subtropical, ocorrem preferencialmente durante os meses de primavera e de verão no hemisfério sul, formando-se no período noturno com um ciclo de vida entre 10 e 20 horas (SOUZA; ALVES; REPELLI, 1998). Normalmente, as chuvas associadas a este fenômeno meteorológico ocorrem de forma isolada.

Os CCMS apresentam como característica marcante sua organização em diversas escalas espaciais, desde células isoladas de poucas centenas de metros, até grandes aglomerados convectivos, de milhares de quilômetros (CAVALCANTI et al., 2009).

- Brisa Marítima e Brisa Terrestre

Resultam do aquecimento e resfriamento diferenciais que se estabelecem entre a terra e a água (FEDOROVA, 2001). Durante o dia, o continente se aquece mais rapidamente que o oceano adjacente, fazendo com que a pressão sobre o continente seja mais baixa que sobre o oceano. Isto faz com que o vento à superfície sopre do oceano para o continente, vento esse denominado de brisa marítima.

A brisa marítima chega até 100 km dentro do continente. No período da noite, o continente perde calor mais rapidamente que o oceano, fazendo com que esse fique com temperaturas mais elevadas se comparadas às do continente. Dessa forma, a pressão fica maior sobre o continente, fazendo com que o vento sopre do litoral para o oceano, vento esse chamado de brisa terrestre. A brisa terrestre também afeta até 100 km para dentro do mar. No NEB, onde os ventos alísios são persistentes e intensos durante todo o ano, quase sempre as brisas apenas contribuem para mudar um pouco a

direção e a velocidade dessas (VAREJÃO-SILVA, 2006), podendo alterar a dinâmica das nuvens, e possivelmente da chuva.

- Influência dos oceanos Pacífico e Atlântico (El Niño, La Niña e Dipolo)

Em anos de El Niño (aquecimento acima do normal das águas do Oceano Pacífico Equatorial), quando as águas superficiais da Bacia do Pacífico, em torno do Equador, e sobre o lado centro-leste, estão mais aquecidas, toda a convecção equatorial também se desloca para o leste, alterando, assim, o posicionamento da Célula de Walker. Devido à continuidade da circulação atmosférica, o ar quente sobre aquela região é empurrado, originando uma célula descendente sobre o oceano Atlântico, próximo à região NEB e à Amazônia Oriental. Dependendo da intensidade dessa célula de circulação e de sua fase de ocorrência, pode haver inibição da formação de nuvens e da descida da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e, consequentemente, deficiência das chuvas na região do NEB (Boletim de Monitoramento Climático - Monitor Climático, 1997). Assim, o fenômeno El Niño, é um dos responsáveis pela redução das chuvas na região norte do Nordeste do Brasil (NNEB).

O fenômeno El Niño, por exemplo, dependendo da intensidade e do período do ano em que ocorre, é um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito secos no NEB, principalmente, quando acontece conjuntamente com o dipolo positivo do Atlântico [Dipolo do Atlântico: diferença entre a anomalia da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na Bacia do Oceano Atlântico Norte e Oceano Atlântico Sul], que é desfavorável às chuvas. Por sua vez, o fenômeno La Niña (resfriamento anômalo das águas do Oceano Pacífico) associado ao dipolo negativo do Atlântico (favorável às chuvas) é normalmente responsável por anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos na região.

A faixa branca entre a América do Sul e África na Figura 2 indica a posição da ZCIT, enquanto "AAN" significa Sistema de Alta Pressão do Atlântico Norte. As setas indicam a intensificação dos ventos alísios de Nordeste.

Quando as águas do Atlântico Norte estão mais frias que o normal, o Sistema de Alta Pressão do Atlântico Norte e os ventos alísios de nordeste se intensificam. Se neste mesmo período o Atlântico Sul estiver mais quente que o normal, o Sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul "AAS" e os ventos alísios de sudeste enfraquecem. Este padrão favorece o deslocamento da ZCIT para posições mais ao sul da linha do Equador, e é propício à

ocorrência de anos normais, chuvosos ou muito chuvosos para o setor norte do Nordeste do Brasil. Na Figura 2b, a faixa em branco indica a posição da ZCIT e o "AAS" Sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul. As setas indicam a intensificação dos ventos alísios de sudeste. Quando as águas do Atlântico Sul estão mais frias que o normal, o Sistema de Alta Pressão do Atlântico Sul "AAS" e os ventos alísios de sudeste intensificam-se. Se neste mesmo período as águas no Atlântico Norte estiverem mais quentes que o normal, o Sistema de Alta Pressão do Atlântico Norte "AAN" e os ventos alísios de nordeste enfraquecem. Este padrão favorece o deslocamento da ZCIT para posições mais ao norte da linha do Equador e é propício à ocorrência de anos secos ou muito secos para o setor norte do Nordeste do Brasil.

Em função disso, o monitoramento dos padrões oceânicos e atmosféricos durante a pré-estação e a estação das chuvas é de fundamental importância para que as previsões de tempo e de clima possam ser geradas com maior grau de confiabilidade possível. Muitos trabalhos (ALVES et al., 1997; MOURA; SHUKLA, 1996; UVO et al., 1997) mostram a influência do Oceano Atlântico Tropical na distribuição das chuvas nas regiões tropicais do continente sul-americano, principalmente sobre o setor norte do Nordeste do Brasil. Estes trabalhos mostram que, o El Niño, quando acontece conjuntamente com o Dipolo Positivo do Atlântico, que é desfavorável às chuvas, causam anos secos ou muito secos no NEB. O fenômeno La Niña associado ao Dipolo Negativo do Atlântico (favorável às chuvas) é normalmente responsável por anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos na região.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que atua sobre o oceano Atlântico é responsável pelas precipitações que ocorrem no centro norte da região no período de fevereiro a maio. Os Sistemas Frontais ou Frentes Frias (FF), que provocam chuva no centro sul do NEB, atuam nos meses de novembro a janeiro. Já os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) que ocorrem na primavera, verão e outono (de setembro a abril), normalmente são mais frequentes no mês de janeiro. Por sua vez, os eventos El Niño/La Niña/Oscilação Sul (ENOS), que são resultantes de alterações nos valores da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no oceano Pacífico (Dipolos), os Ventos Alísios e a Pressão ao Nível do Mar (PNM) exercem influência nos padrões de chuva no NEB com maior ou menor intensidade a depender da localização dos estados na região. Além desses mecanismos, podem-se destacar, também, as ondas de leste, que são responsáveis pelas chuvas

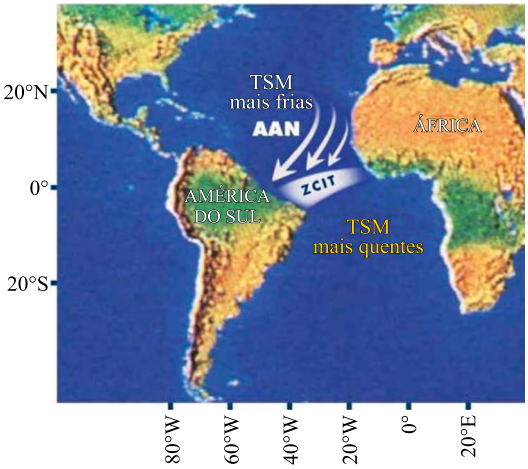
no leste do NEB entre maio e agosto; a atuação das Linhas de Instabilidade (LI), dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) (FERREIRA; MELLO, 2005), e o efeito das brisas marítima e terrestre na precipitação.

Em função desses fenômenos que influenciam a origem e a formação das precipitações pluviométricas na região, pode-se afirmar que o Nordeste Brasileiro possui pelo menos três regimes pluviométricos diferentes, conforme descritos abaixo e apresentados na Figura 3:

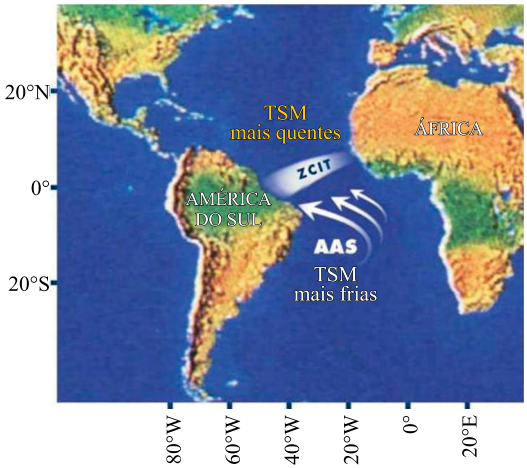
- Regime Tropical da Zona Equatorial: onde as maiores precipitações ocorrem nos meses de março e abril (mas se estendem de fevereiro a maio) e se originam, principalmente, pelo posicionamento da Zona de Convergência Intertropical. Abrange a maior parte do semiárido, onde também se tem registros das grandes secas;
- Regime Tropical do Brasil Central: as áreas onde ocorrem esse regime de precipitação se concentram na porção sul-sudoeste do Nordeste, sobre todo interior da Bahia, sul do Maranhão e do Piauí. Nessas áreas as precipitações se concentram entre outubro e fevereiro, sendo que existem regiões marcadas por chuvas resultantes das frentes frias, entre novembro e dezembro; e outras em que as maiores precipitações ocorrem em dezembro e janeiro, cuja origem pode ser de diversos mecanismos como Frentes Frias vindas dos Polos e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN);
- Regime Mediterrâneo: ocupando todo Leste e Zona da Mata do NEB, este regime se caracteriza por apresentar chuvas entre abril e agosto, com as maiores precipitações ocorrendo de maio a junho. Os principais sistemas causadores de chuvas são a diferença de temperatura entre o mar e o continente que originam e direcionam ventos e nuvens carregados de umidade para a região litorânea e Zona da Mata, ou seja, são as ondas de Ondas de Leste atuando na formação da precipitação.

Figura 2 – Esquema simplificado dos padrões oceânicos e atmosféricos que contribuem para a ocorrência de anos muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos, na parte norte da região Nordeste do Brasil

(a) Ano normal, chuvoso ou muito chuvoso



(b) Ano seco ou muito seco



Fonte: FERREIRA; MELLO (2005).

Figura 3 – Distribuição dos principais regimes de chuva sobre o Nordeste brasileiro

Fonte: Adaptado de Nobre e Molion (1988).

3 CLIMATOLOGIA DO SEMIÁRIDO

A Climatologia é a ciência que realiza o estudo do clima por meio da utilização de técnicas estatísticas aplicadas aos elementos meteorológicos. Dessa forma, o clima é uma espécie de resumo das condições atmosféricas

de um determinado lugar, durante certo tempo, que deve ser longo o suficiente para melhor caracterizá-lo. Quando esse tempo é de 30 anos, diz-se que os dados se referem à Normal Climatológica. Os principais fenômenos e elementos meteorológicos que caracterizam o clima de uma região são: chuva, temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica, ventos, radiação solar e evaporação.

Apesar da grande extensão territorial, o Semiárido brasileiro apresenta clima pouco diversificado. Segundo Alvares et al. (2013), o clima semiárido ocorre em quase a totalidade do interior do NEB. As principais ocorrências de microclimas são devidas aos aspectos de relevo, marcadamente onde ocorrem maiores altitudes, como verificado no interior da Bahia; e de continentalidade e proximidade do litoral, onde ainda podem ser observadas a ocorrência de frentes frias ou ondas de leste. Nestas situações, verificam-se microclimas, em geral, com maiores valores de precipitação e menores médias anuais da temperatura do ar.

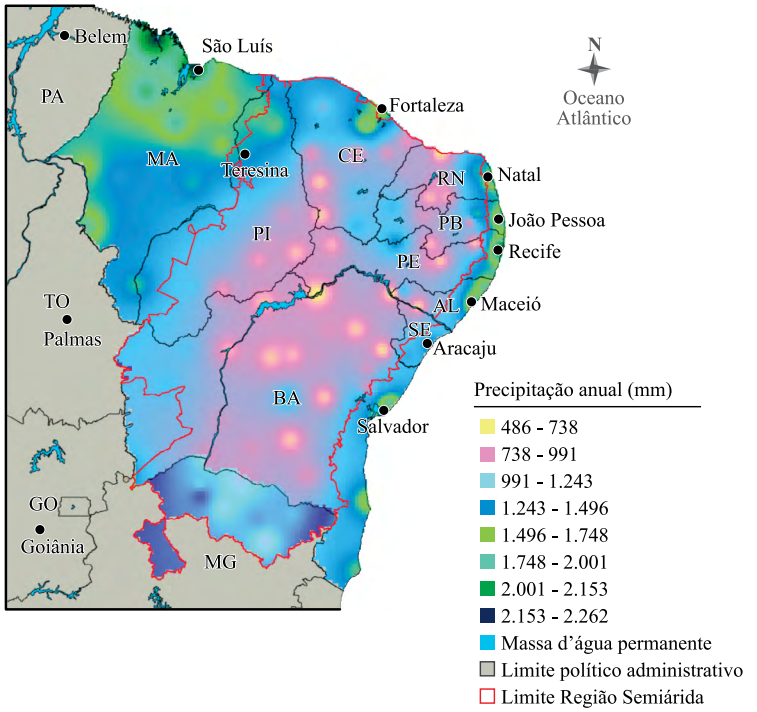
O clima tem grande influência na ocorrência das espécies e em sua caracterização, inclusive na do homem. Assim, a área de ocorrência da Caatinga é quase coincidente com o atual limite do Semiárido brasileiro, sendo que a Caatinga também ocorre na porção Oeste e Norte do Estado do Piauí, Norte do Ceará e em parte do litoral Leste da Região Nordeste. O Semiárido brasileiro é a área semiárida mais povoada do mundo, que em função das adversidades climáticas associadas a outros fatores históricos, geográficos e políticos, abriga a maior parte da população pobre do Brasil, resultando em graves problemas sociais (NORDESTE, 1999).

O clima constitui a característica mais importante do semiárido, sendo responsável pelo sucesso da atividade agropecuária e, consequentemente, pela sobrevivência das famílias, que são altamente dependentes da água de chuva. Informações com as normais climatológicas são apresentadas em Diniz; Ramos; Rebello (2018). O regime de chuvas é marcado pela escassez, acentuada irregularidade espaço-temporal e longos períodos de estiagem, onde maior parte da precipitação, geralmente, ocorre em três meses, com média anual inferior a 800 mm (Figura 4). Essas características resultam na ocorrência frequente de dias sem chuvas, ou seja, veranicos, e, consequentemente, em eventos de seca.

A acentuada variabilidade interanual da pluviometria na Região semiárida está associada a variações de padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, que afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o oceano Atlântico,

assim como às anomalias de temperatura observadas no Oceano Pacífico, que resultam em anos com La Niña e/ou El Niño.

Figura 4 – Precipitação média anual do Semiárido brasileiro para o período de 1981 a 2010

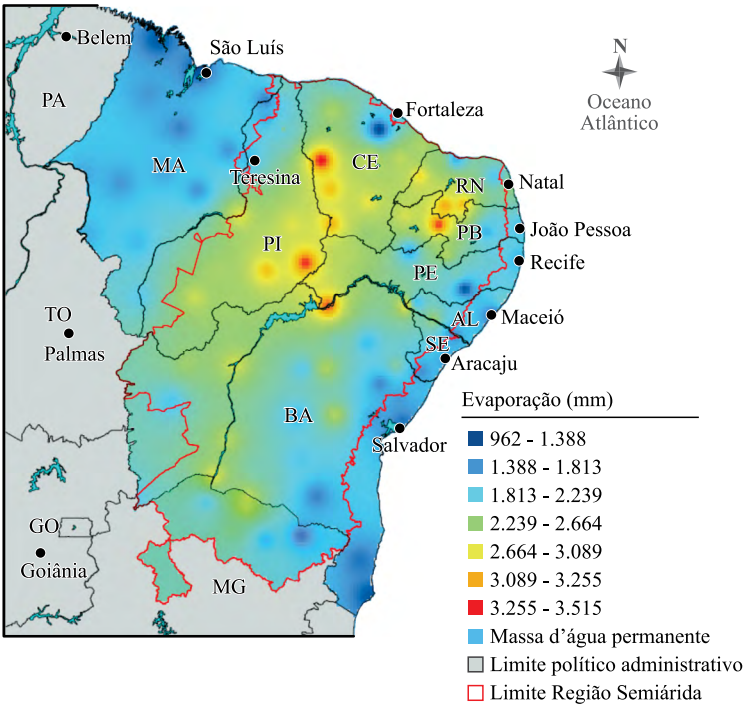


Fonte: Dados do INMET (2019), elaborado por ETENE/Banco do Nordeste.

Na Figura 4 observa-se grande variabilidade nos totais anuais de chuva, com registros de valores superiores a 1.500 mm no litoral Leste e inferiores a 500 mm no interior da região. Percebe-se, também, uma variação do litoral para o interior, com redução nos totais anuais nessa direção. Contudo, existem locais onde podem ser observados valores de chuva próximos a 1.200 mm no interior: estas áreas coincidem com microclimas específicos, resultantes da presença de serras e montanhas, e não são visíveis no mapa na escala apresentada.

A elevada disponibilidade de radiação solar, associada à irregularidade do regime pluviométrico, contribui para o aumento das taxas de evaporação (Figura 5) as quais variam de 1.200 a 3.200 mm ano^{-1}. Os valores maiores correspondem às regiões no interior do Estado e os valores menores são observados nas áreas próximas às faixas litorâneas.

Figura 5 – Climatologia da evaporação anual para o Semiárido brasileiro para o período de 1981 a 2010



Fonte: Dados do INMET (2019), elaborado por ETENE/Banco do Nordeste.

As altas taxas de evaporação (potencial e real) que ocorrem no Semiárido brasileiro, tanto em superfícies livres de água (açudes, represas, etc.) como no solo, representam uma perda significativa na disponibilidade hídrica. Esta perda tem implicações diretas no crescimento e desenvolvimento das espécies, o que, ao longo dos séculos pode resultar em seleção e adap-

tação das mais resistentes à falta de água; bem como influenciar no desenvolvimento de estratégias para convivência das famílias e da agropecuária.

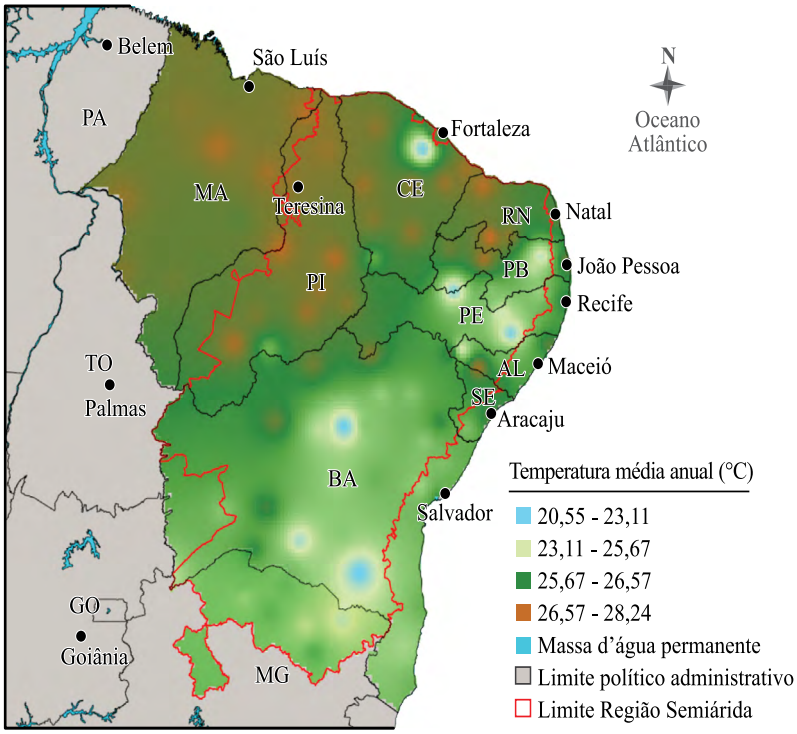
As informações sobre precipitação e evaporação podem ser estudadas com a finalidade de conhecer o extrato do balanço hídrico climatológico que, por sua vez, informa sobre os locais onde há maior ou menor excesso de água ou déficit hídrico. É importante notar que onde ocorrem os menores valores de precipitação são verificados também as maiores taxas de evaporação, e dessa forma, nessas áreas são observadas as maiores deficiências hídricas.

Para o cômputo do balanço hídrico, os dados mensais da temperatura do ar são utilizados no cálculo da evapotranspiração. No Semiárido brasileiro, as temperaturas médias anuais são bastante elevadas e a maior parte da área apresenta valores na faixa de 24 ºC a 28 ºC (Figura 6), com destaque para a região oeste do Rio Grande Norte e Ceará, e grande parte do Piauí.

Com base em dados medidos em estações meteorológicas no período de 1981 a 2010 (INMET,2009), tem-se observado, excetuando algumas áreas de maior altitude e Centro-Sul da Bahia, onde a temperatura média anual é em torno de 23 ºC, que o Semiárido apresenta elevada temperatura média anual, com faixas bem características de acordo com a latitude, em que os valores variam de quase 28 ºC para 24 ºC, respectivamente, das menores para as maiores latitudes (Figura 6).

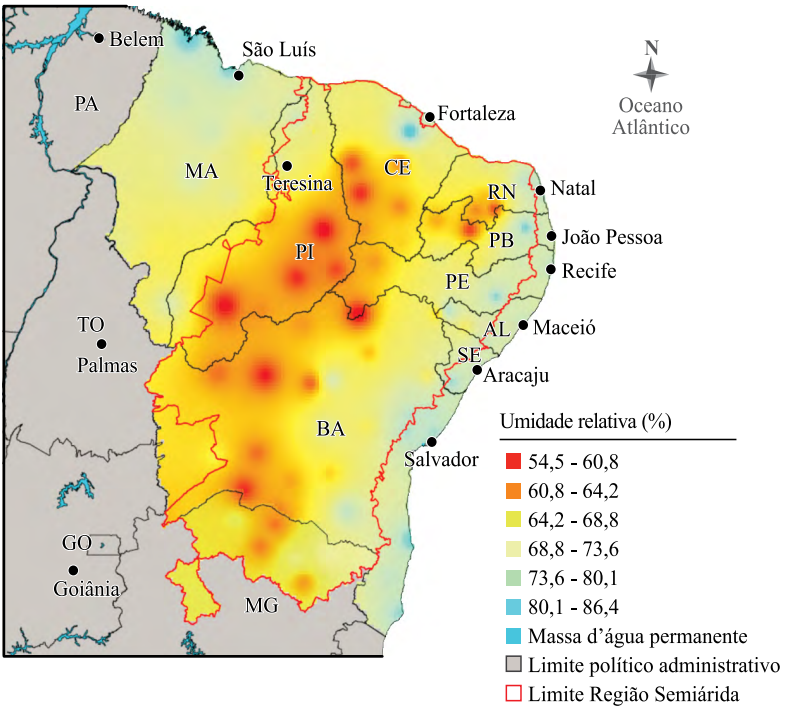
As condições climáticas rigorosas também estão representadas nos baixos valores da umidade relativa do ar (Figura 7), com valores próximos a 56% na porção central do Semiárido. Conforme pode ser observado na Figura 7, a umidade relativa do ar vai aumentando à medida em que ocorre o afastamento da parte central do semiárido, alcançando valores em torno de 76-80% na faixa de transição entre o semiárido e o litoral Leste da região Nordeste. Valores ao redor de 64-68% podem ser observados no limite Oeste do Semiárido, na divisa entre os estados do Piauí e Maranhão. Os ventos fortes e secos, associados aos demais elementos climáticos e as características de relevo e solo determinam a aridez da paisagem.

Figura 6 – Climatologia da temperatura média anual no Semiárido brasileiro para o período de 1981 a 2010



Fonte: Dados do INMET (2019), elaborado por ETENE/Banco do Nordeste.

Figura 7 – Climatologia da umidade relativa do ar no Semiárido brasileiro para o período de 1981 a 2010



Fonte: Dados do INMET (2019), elaborado por ETENE/Banco do Nordeste.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Semiárido brasileiro apresenta um conjunto de características climáticas singulares que o distinguem das demais regiões brasileiras e mundiais, e apesar da sua grande extensão territorial apresenta clima pouco diversificado, que influencia diretamente nas atividades agropecuárias e extrativistas.

As temperaturas elevadas quando associadas às altas taxas evapotranpiratórias e aos baixos valores de chuvas, são responsáveis pelo fenômeno da seca, que é bastante comum nessa região. Tais características são influenciadas por vários fenômenos meteorológicos que precisam ser melhor entendidos por meio de estudos científicos realizados em institutos climáticos.

O monitoramento climático realizado nessa região tem resultado em dados que permitem o conhecimento da climatologia do Semiárido brasileiro e, com isso, tem sido possível mapear áreas com características climáticas semelhantes que, por sua vez, torna possível o desenvolvimento de ferramentas e técnicas de convivência com o clima semiárido. Assim, conhecendo como ocorrem as variações dos principais elementos climáticos, como a precipitação, a radiação solar e a temperatura, é possível delimitar áreas aptas aos cultivos (zoneamento de risco climático), selecionar espécies de plantas e animais adaptados a essas condições climáticas, definir técnicas de manejo de culturas para alimentação humana e animal, identificar coeficientes técnicos necessários à irrigação de culturas, identificar as melhores tecnologias de captação de água de chuva, direcionar programas de melhoramento genético com base em plantas resistentes a altas temperaturas e a deficiência hídrica, dentre outros.

Além disso, estudos recentes estão indicando que o Semiárido brasileiro poderá ser uma das áreas do país mais afetadas pelas mudanças do clima, o que torna imperativo o direcionamento de estudos técnico-científicos, objetivando um melhor entendimento acerca da climatologia da região, dos fenômenos atmosféricos que ocasionam a ocorrência de chuvas (e secas), e das relações entre o clima e a produção agropecuária nesse ambiente em que a população é extremamente dependente da água de chuva.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, J. M. B.; SOUZA, E. B. de; REPELLI, C. A.; VITORINO, M. I.; FERREIRA, N. S. Episódios de La Niña na bacia do oceano Pacífico Equatorial e a distribuição de chuvas no setor norte do Nordeste Brasileiro. **Rev. Bras. de Met.**, v. 12, p. 63-76, 1997.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; RODRIGUES, M. F.G. Previsão estatística das chuvas de outono no estado do Ceará. **Rev. Bras. de Meteorologia**, v. 13, n. 1, p. 19-30, 1998.

BOLETIM DE MONITORAMENTO CLIMÁTICO - Monitor Climático, 1997

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. Tempo e clima no Brasil. **Oficina de Textos**, São Paulo, v. 1, 2009.

CAVIEDES, C. N. Secas and El Niño: two simultaneous climatical hazards in South America. **Proceedings of the Association of American Geography**, v.5, p, 44-49, 1972.

DINIZ, F. A.; RAMOS, A. M.; REBELLO, E. R. G. Brazilian climate normals for 1981–2010. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 2, p. 131-143, Feb. 2018.

FEDOROVA, N. **Meteorologia Sinótica**. v. 2. Pelotas: Editora UFPel, 2001.
FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Rev. Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2005.
HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. **Quart. Journal of the Royal Met. Society**, Berkshire, v. 103, p. 77-92, 1977.
INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/ normaisClimatologicas>. Acesso em: 28 de dez. 2018.
KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 107, p. 1140-1153, 1979.
KOUSKY, V. E., VIRJI, H. A entrada de um sistema frontal em latitudes baixas e seus efeitos na atividade convectiva tropical. São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), 2582-PRE/230, 1982.
MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. **Oficina de Textos**, São Paulo, v. 1, 2007.
MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: SBMET, p. 1.334-1.342, 2000.
MONTEIRO, J. E. B. A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. INMET, Brasília, v. 1, 2009.
MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in the Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal of Atmospheric Sciences**, v. 38, n. 12, 2.653-2.675, 1996.
MOURA, M. S. B. et al. Clima e água de chuva no Semiárido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007.
NOBRE, C. A.; MOLION. L. C. B. The climatology of droughts and drought prediction. In: PARRY, M. P.; CARTER, T. R.; N. T. KONIJN (eds.). Impacts of climatic variations on agriculture. v. 2: Assessements in semi-arid regions. D. Reidel Pub. Co., 1988.
SOUZA, E. B.; ALVES J. M. B.; REPELLI, C. A. Um complexo convectivo de mesoescala associado à precipitação intensa sobre Fortaleza/CE. **Rev. Bras. de Met.**, v. 13, n. 2, 1-14, 1998.
UVO, C. R. B.; REPELLI, C. A.; ZEBIACK, S.; KUSHINIR, Y. A study on the influence of the Pacific and Atlantic on the Northeast Brazil monthly precipitation unsing singular value decomposition (SVD). **Journal of Climate**, v. 11, p. 551-562, 1997.
VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia. Versão digital 2. Recife, 2006. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/modules.php?name=Downloads&d_op =viewdownload&cid=19>. Acesso em: 25 mar. 2010.

Capítulo 3

Comunicação entre três atores nas áreas de concentração de fruteiras no Nordeste brasileiro: o pequeno fruticultor, suas organizações e os extensionistas rurais

Maria Odete Alves
Airton Saboya Valente Junior

1 INTRODUÇÃO

A comunicação, no contexto da assistência técnica e extensão rural no Brasil foi, por muito tempo, entendida como sinônimo de informação agrícola, constituindo-se exclusivamente na difusão unilateral de informações agrícolas, normas e recomendações técnicas de órgãos envolvidos com agricultura e ligados ao governo, através de boletins, folhetos, periódicos, publicações diversas e da radiodifusão.

No final dos anos 1950, houve uma mudança de orientação, quando, além do caráter informativo, passou a ser dada maior ênfase à persuasão, seguindo o modelo difusionista de Rogers. Na essência, esse modelo previa intervenções com a intenção de persuadir as populações rurais para aceitação de uma "propaganda", bem como fazer com que substituíssem por outros, os conhecimentos associados à ação sobre a realidade. O objetivo

fundamental da informação agrícola era difundir inovações tecnológicas que incrementassem a produção e produtividade da agricultura.

Em meados dos anos 1970, foi criada Embrater, composto pelas empresas estaduais denominadas de Ematers (Sistema Ater), em substituição à Ancar, que funcionava desde o final dos anos 1940. O processo foi permeado por uma discussão em torno da comunicação rural, na qual se questionava o caráter unidirecional e persuasivo do modelo difusionista e se colocava a alternativa de uma comunicação com base no diálogo. Essa discussão ocorreu durante toda a década de 1980 e foi marcada pela polarização em torno desses dois modelos, mas sem avanços práticos.

A partir dos anos 1990, observou-se um avanço na direção do modelo dialógico, com mudanças, principalmente, nas metodologias de intervenção, porém partindo muito mais das ações de ONG's e menos dos organismos oficiais de assistência técnica e extensão rural, pela dificuldade que tais instituições têm tido em promover mudanças no próprio modelo de intervenção.

Mais recentemente, no final de 2003, o governo estabelece uma Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pnater), em um novo esforço no sentido de promover uma mudança na lógica de intervenção do sistema Ater.

Assim, com o objetivo de entender em que patamar está o nível de interação das Ater's com seus clientes, propõe-se, neste texto, um estudo de caso, em que seja possível observar o grau de comunicação entre três atores que interagem nas áreas nordestinas de concentração de fruteiras: pequenos agricultores, suas organizações associativas e extensionistas.

A análise das informações utiliza a abordagem teórica fundamentada em uma concepção humanizadora com base nas teorias de Freire (1983), Bordenave (1988, 1989, 1993) e Friedrich (1988), que apresentam a comunicação rural como sendo uma relação dialógica e interativa, capaz de criar mentes questionadoras e criativas, que permitam e motivem os indivíduos a participar conscientemente do seu próprio desenvolvimento.

2 ORIGEM E EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO

A comunicação tem enfoques bastante diversificados, atraindo a atenção de políticos, especuladores e estudiosos. Entretanto, em qualquer que seja o enfoque, se apresenta com uma importância fundamental dentro do processo social, por representar uma necessidade básica da pessoa humana. Daí, a preocupação com o entendimento entre os povos ter origem nos primeiros agrupamentos sociais formados entre os povos primitivos.

Segundo França (1978, apud CASANOVA, 1968), as primeiras teorizações acerca da comunicação surgiram entre os antigos gregos, em um primeiro momento, de forma puramente autoritária e sem diálogo (homens privilegiados serviam de intérpretes dos deuses para os outros homens); em um segundo momento, o processo de comunicação já ocorria através do diálogo entre homens igualmente dotados da mesma capacidade de pensar, consistindo de uma série de raciocínios e argumentos organizados no interior de um discurso que objetivava primordialmente a conquista do interlocutor.

Entretanto, são de Platão e Aristóteles, as ideias mais antigas que conseguiram sobreviver, dentre aquelas que tentavam explicar o comportamento humano. As visões são completamente antagônicas. Na visão Platônica, a conduta do ser humano é determinada pelo meio. Neste caso, a educação passa a ter grande importância. Aristóteles, ao contrário, considera que todos os homens têm certas tendências inatas, o que torna a educação pouco importante no processo.

O pensamento desses filósofos tem representado, ao longo dos séculos, os dois pólos das discussões e correntes que se formaram em torno das ciências humanas. Na sequência, surgem várias concepções, passando pelo cristianismo (doutrina do livre arbítrio), Maquiavel (a natureza do homem é antes má do que boa), Montesquieu e Gobineau (o clima como fator relevante na determinação do comportamento social), Comte e Spencer (o aperfeiçoamento da humanidade ocorre através dos séculos), até chegar às concepções sociológicas da comunicação (FRIEDRICH, 1988).

Quanto às concepções sociológicas da comunicação, encontra-se na sociologia do conhecimento a postulação de que todas as ações do processo de comunicação estão subjacentes a um sistema ideológico que busca defender, explicar e justificar seus interesses definitivos.

3 CONSTRUÇÃO TEÓRICA DA COMUNICAÇÃO RURAL

Apesar da evolução ocorrida nos meios e instrumentos utilizados pela comunicação, sua concepção é praticamente a mesma desde sua origem até os dias atuais. A mensagem falada e escrita, restrita no início às relações com indivíduos e pequenos grupos, passou a ser multiplicada pelos mecanismos, aparelhagens e empresas de rádio, cinema, televisão, jornais, revistas, boletins, internet e outros meios, podendo alcançar, simultaneamente, públicos maiores e até muitos milhões de pessoas de todo o mundo, de uma só vez.

No que se refere à comunicação no âmbito da assistência técnica e extensão rural no Brasil, observa-se que a construção teórica pode ser analisada a partir da separação em dois momentos: o difusionismo e a concepção dialógica. Portanto, o estudo da comunicação rural no Brasil passa, necessariamente, pela compreensão da discussão que se desenvolveu em torno do assunto ao longo dos anos.

2.1 A concepção "produtivista-difusionista" e a prática da persuasão

O difusionismo na extensão rural brasileira é uma adoção do que foi pensada pelos americanos David K. Berlo e Everett Rogers, no final da década de 1950, com a intenção de difundir inovações tecnológicas para os agricultores, objetivando promover o aumento da produção e a modernização do campo. Trata-se, na verdade, do aperfeiçoamento do modelo clássico da teoria da informação, mantendo uma forma básica de representação que, sinteticamente, pode ser caracterizada por três componentes essenciais: *fonte* ou *emissor*, *mensagem* e *destinatário* ou *receptor*. A concepção está fundamentada em uma visão distorcida do homem e do mundo e das relações homem/mundo, em que está implícita uma concepção teórica mecanicista, unidirecional, autoritária e vertical[1].

1 Berlo, um dos pensadores do difusionismo, acredita que se pode obter uma conduta desejável, mediante a injeção de estímulos, formando hábitos e/ou condicionando o comportamento humano ou moldando a vontade e a personalidade do Receptor aos interesses da Fonte. Para ele, o propósito único da comunicação é persuadir (FRIEDRICH, 1988).

Tal concepção é baseada na persuasão com a intenção de levar outras pessoas a adotarem o ponto de vista de quem fala, ou seja, tentar mudar a conduta do indivíduo. Não leva em conta que os conhecimentos, os valores, os comportamentos, as ideias e os conceitos são fruto das experiências adquiridas pelo homem na sua ação sobre a natureza e sobre a sua realidade física e social. Apresenta uma visão de mundo que se comporia de indivíduos que sabem e indivíduos que não sabem e são desprovidos de valores e condutas desejáveis. Aos que não sabem é que se deve persuadir para que adotem novas condutas e novos valores, prefixados ou estabelecidos por aqueles que já os possuem (FRIEDRICH, 1988).

O caráter unidirecional, autoritário e vertical da comunicação leva também, em geral, a que seja confundida com informação que, como o próprio nome indica, destina-se mais a informar do que a estabelecer um processo dialógico entre duas pessoas.

2.2 A alternativa dialógica

No final da década de 1970, inserida em uma discussão sobre a revisão dos pressupostos da extensão e da comunicação rural, emergiu a proposta de uma alternativa para a comunicação difusionista. Trata-se da discussão e valorização de proposta lançada ainda em 1968, pelo educador brasileiro Paulo Freire. Freire (1983) questionava o modelo de transferência de informações que até então orientava a prática extensionista brasileira[2]. Para ele, a comunicação só é verdadeira quando ocorre uma reciprocidade sem interrupção entre os sujeitos no ato de pensar, pois segundo sua visão, na comunicação não existem sujeitos passivos e, portanto, não deve ser informativa e muito menos persuasiva. No entender de Freire, era necessário estabelecer um processo dialógico entre extensionistas e agricultores, de forma a permitir a reciprocidade, proporcionando a troca de conhecimentos e não transmissão de informações. Segundo ele,

> O que caracteriza a comunicação enquanto este comunicar comunicando-se, é que ela é diálogo, assim como o diálogo é comunicativo. (...) É então indispensável ao ato comunicativo, para que este seja eficiente,

2 Tal prática era apoiada no pressuposto de que técnicos sabem tudo e agricultores nada sabem. Os que tudo sabem transferem um conjunto de mensagens aos que nada sabem. Em grande medida, técnicos de órgãos públicos de assistência técnica e extensão rural, ainda nos dias atuais, adotam esses pressupostos.

> o acordo entre os sujeitos, reciprocamente comunicantes. Isto é, a expressão verbal de um dos sujeitos tem que ser percebida dentro de um quadro significativo comum ao outro sujeito (FREIRE, 1983, p. 67).

Alguns estudiosos contribuíram com suas análises para consolidar a proposta de Freire. Um deles é Pasquali (1973), que, ao distinguir a verdadeira comunicação de uma relação de informação, diz que em uma relação de transmissão de informações ocorrem formas de relacionamentos em que transmissor e receptor perdem a ambivalência própria do esquema comunicacional, substituindo o diálogo por um dizer ordenado, sem possíveis réplicas da parte receptora, em uma tentativa de subtrair ou alienar o receptor. Esta relação inutiliza, por sua própria natureza, a dupla virtualidade implícita em cada pólo de relação: o receptor encontra-se aqui impossibilitado de converter-se em transmissor de uma réplica dialógica, levando à esterilização progressiva de uma potencialidade transmissora e vice-versa.

Outro autor que trabalhou na mesma linha foi Bordenave (1989, p. 36), por crer na comunicação enquanto reciprocidade entre os "comunicantes", quando afirma:

> Pela comunicação as pessoas compartilham experiências, ideias e sentimentos. Ao se relacionarem como seres interdependentes, influenciam-se mutuamente e, juntas, modificam a realidade onde estão inseridas.

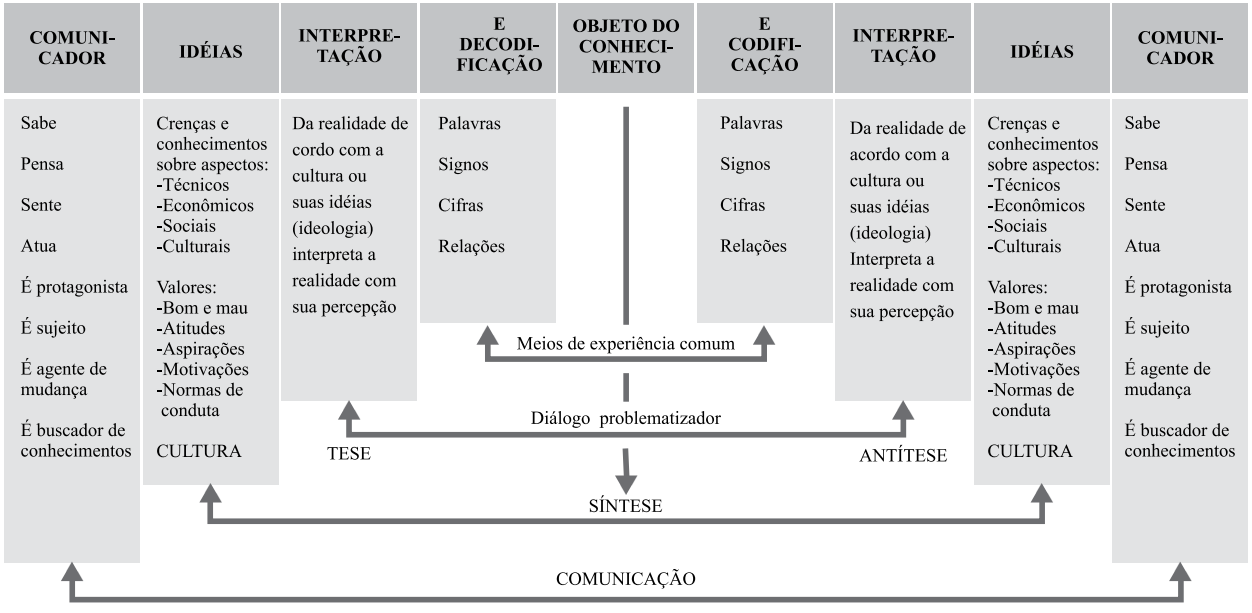
Benjamin (1983) classifica a comunicação como algo que um indivíduo concebe, codifica e emite intencionalmente para obter de outrem uma reação, estabelecendo-se entre ambos um intercâmbio de sentimentos; e ideias orientadas de sua conduta em determinada situação; é por natureza, um fenômeno dinâmico, uma vez que exige de seus agentes uma permanente atividade psicossocial, no sentido de se adaptarem às mudanças que aquele algo, a mensagem, opera no ambiente.

Ainda na década de 1970 (ano de 1974), com a criação da Embrater, houve uma mudança no discurso oficial, explicitando a preocupação com o desenvolvimento do homem do campo enquanto pessoa, como membro da sociedade e produtor rural. Nessa nova relação, o homem passaria a tomar parte nas discussões de como equacionar a solução dos seus problemas, tanto de ordem técnica, quanto econômica e social. No documento oficial da Embrater, em que apresenta proposições para uma política nacional de assistência técnica e extensão rural, a mudança de filosofia é explícita na afirmativa:

> A extensão rural é um trabalho voltado para o desenvolvimento rural mediante a utilização, pelo Extensionista Rural, de processos de educação e de capacitação permanentes, estabelecendo uma relação de comunicação constante entre ele e os produtores rurais, suas famílias e suas organizações.

A contribuição teórica relevante da Embrater sobre a importância da troca de conhecimentos entre técnicos e agricultores na extensão rural, partiu do pesquisador Odilo Antonio Friedrich, em 1978, ao analisar, de forma crítica, os modelos utilizados até então pelos extensionistas rurais. Friedrich (1988) apresentou como alternativa uma nova concepção fundada no processo de comunicação dialógica preconizado por Paulo Freire, denominando-a de **enfoque humanizador da comunicação** (Quadro 1).

Quadro 1 – Enfoque humanizador da comunicação



Fonte: Friedrich (1988).

Apesar dessa mudança no discurso oficial do governo, bem como de todo o debate empreendido em torno do assunto, principalmente na década de 1980, e da crítica ao modelo difusionista, é pífio o avanço teórico e pouca a mudança na prática da comunicação e da extensão rural no Brasil, principalmente, entre órgãos oficiais. Permanece a dicotomia entre os dois modelos (RIFFEL, 2006). Nos anos 1990, observou-se um avanço na direção da comunicação dialógica, mas muito ligado ao trabalho das Organizações Não Governamentais que atuam no meio rural, principalmente, como uma alternativa ao modelo praticado pelos órgãos oficiais de assistência técnica e extensão rural.

Mais recentemente, no final de 2003, assistiu-se a um novo esforço de mudança na lógica de intervenção do sistema Atter, a partir do estabelecimento de uma Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pnater). O objetivo da política era nortear as ações do Governo Federal. Nela se fala de uma nova Ater, cujas ações devem ser guiadas por um processo educativo e alicerçadas em uma prática dialógica e no construtivismo (CAPORAL, 2003). Porém, na prática da extensão oficial a mudança continua insignificante. A maioria das intervenções continua sendo pautada pelo método tradicional (CAPORAL; RAMOS, 2006; SABOURIN, 2008), ou seja, o mesmo produtivismo-difusionista inaugural da extensão rural brasileira.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O universo da pesquisa é representado pelas áreas de concentração de fruteiras no Nordeste brasileiro.

As informações foram extraídas de um banco de dados resultante de uma pesquisa de campo coordenada pelo o Etene[3], realizada durante os anos de 2004 e 2005, tendo por ano base 2003. Foram aplicados questionários estruturados a agricultores (fruticultores), organizações de agricultores e extensão rural. No caso dos questionários dos agricultores, foi feito um corte para micro, mini e pequenos produtores (aqui denominados de pequenos) e apenas este segmento de agricultores foi tomado para análise e comparação com outros dois atores: organizações de agricultores e extensão rural. Com base nisso, compôs-se a amostra de 411 agricultores, 27

3 Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, do BNB.

organizações representativas de agricultores e empresas de extensão rural, representadas por 46 técnicos prestadores de assistência técnica.

A amostra foi distribuída conforme apresentado no Quadro 2. Em seguida, foi feita a tabulação de todas as questões com correspondência entre os três atores, de modo que houvesse a possibilidade de comparação dos conteúdos das respostas.

Desta forma, foi possível medir o grau de comunicação entre os três atores (agricultores, organizações de agricultores e extensionistas) a partir da análise do nível de concordância sobre potencialidades ou problemas percebidos como relevantes por eles.

Quadro 2 – Distribuição da amostra em campo

Localização	Agricultores		Organizações de Agricultores		Extensionistas	
	Qde.	%	Qde.	%	Qde.	%
Petrolina-Juazeiro (PE/BA)	44	10,7	2	7,4	4	8,7
Baixo Médio Jaguaribe (CE)	20	4,9	3	11,1	2	4,3
Norte de Minas Gerais (MG)	51	12,4	–	–	3	6,5
Guanambi (BA)	22	5,4	–	–	1	2,2
Formoso (BA)	–	–	–	–	2	4,3
Vitória da Conquista (BA)	–	–	1	3,7	–	–
Alagoinhas (BA)	–	–	1	3,7	–	–
Sapé (PB)	38	9,3	2	7,4	–	–
Sousa (PB)	–	–	1	3,7	–	–
Goiana (PE)	–	–	2	7,4	–	–
Cruz das Almas (BA)	26	6,3	–	–	–	–
São Domingos do Maranhão	16	3,9	–	–	–	–
Teresina (PI)	9	2,2	1	3,7	–	–
Acaraú-Curu (CE)	18	4,4	6	22,2	1	2,2
Baixo São Francisco (AL/SE)	17	4,1	2	7,4	5	10,9
Açu-Mossoró (RN)	30	7,3	4	14,8	6	13,0
Barreiras (BA)	17	4,1	1	3,7	–	–
Santo Antonio de Jesus (BA)	–	–	1	3,7	–	–
Sul de Sergipe	51	12,4	–	–	–	–
Alto Piranhas (PB)	17	4,1	–	–	2	4,3
Ibiapaba	17	4,1	–	–	2	4,3
Cariri Cearense	18	4,4	–	–	8	17,5
Nenhum	–	–	–	–	10	21,8
Total	411	100,00	27	100,00	46	100,00

Fonte: Pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PÚBLICO-ALVO

4.1 Agricultores

Do total de 411 agricultores, 54% são irrigantes, 44% praticam a fruticultura de sequeiro e somente 2,0% praticam as duas modalidades simultaneamente. Somente sete agricultores (1,7%) não responderam a todas as questões formuladas.

A maioria dos agricultores entrevistados tem idade entre 25 e 64 anos, cerca de 79,6%; somente na faixa etária de 45 e 64 anos encontram-se em torno de 46,5% e entre 25 e 44 anos, 33,1%.

Na Tabela 1, a seguir, é mostrada a condição de ocupação dos imóveis rurais de propriedade dos agricultores entrevistados. Pouco mais da metade (57,2%) é proprietário do imóvel no qual explora a atividade de fruticultura; 20,7% são irrigantes de projeto público de irrigação e 15,1% são assentados em área de reforma agrária. O restante (13,4%) se distribui entre arrendatários (5,6%), posseiros (3,2%) e cessionários (4,6%). Ainda, 64% dos agricultores residem na propriedade. Dos que moram fora da propriedade, a maioria reside na sede do próprio município (22,4%).

Tabela 1 – Condição de ocupação do(s) imóvel(eis) rural(ais) pelo fruticultor

Condição de ocupação	Qde.	%
Proprietário	235	57,2
Arrendatário	23	5,6
Posseiro	13	3,2
Cessionário	19	4,6
Irrigante de projeto público	85	20,7
Assentados área reforma agrária	62	15,1
Total	411	100,00

Fonte: Pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

Importante observar que a maioria desses agricultores é do próprio município (61,6%) ou se deslocaram de municípios vizinhos (26,5%). Ao contrário do que indica o senso comum sobre a ocupação das áreas destinadas ao desenvolvimento de projetos de irrigação no Nordeste, apenas um pequeno percentual de agricultores é originário de estados das regiões Sul e Sudeste (1,4%).

É de 29% o percentual de agricultores que declaram ser analfabetos ou mesmo que somente apresentam condição de assinar o nome. Por outro lado, 25% cursaram entre o primeiro grau completo e o segundo grau completo, o que representa um dado importante em termos de educação, conforme mostrado na tabela 2. Além disso, 5,6% concluíram o nível superior, com formação nas áreas de agronomia (26,1%), administração de empresas (34,8%), direito (13%), economia (13%) e engenharia civil (8,7%).

Tabela 2 – Nível de escolaridade dos agricultores

Grau de instrução	Qde.	%
Analfabeto	13	3,2
Assina apenas o nome	98	23,8
1º grau incompleto	148	36,0
1º grau completo	49	11,9
2º grau incompleto	9	2,2
2º grau completo	49	11,9
Superior incompleto	9	2,2
Superior completo	23	5,6
Com pós-graduação	1	0,3
Curso médio ciências agrar. Incompleto	2	0,5
Curso médio ciências agrar. completo	5	1,2
Não informado	5	1,2
Total	411	100,00

Fonte: Pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

A área individual explorada com fruteiras é bastante reduzida entre os agricultores, pois 88,2% deles explora entre menos de um e até 10 hectares. Do restante, somente 3,1% explora acima de 50 hectares de área.

Talvez pelo fato da reduzida disponibilidade de terras, 128 agricultores (cerca de 31%) desenvolvam, ao lado da fruticultura, atividades não agrícolas, principalmente como comerciante, funcionário público, profissional liberal ou assalariado do setor privado.

4.2 Organizações de Agricultores

Dos 27 questionários aplicados às organizações de agricultores, somente 1 ficou incompleto, não prejudicando o resultado final do trabalho de tabulação. Do total de organizações, 44,4% trabalham com agricultura de sequeiro, 37,1% com agricultura irrigada e 18,5% com ambas as modalidades. 77,8% das organizações são cooperativas, enquanto que 22,2% são associações.

A maioria das organizações de produtores é relativamente jovem, visto que 77,8% foram constituídas a partir da década de 1990 e 29,6% a partir do ano de 2000.

Segundo informaram os entrevistados, 40,7% das organizações foram criadas a partir da vontade e decisão dos próprios agricultores; as demais foram constituídas a partir de decisão e/ou estímulo de agentes externos, tais

como DNOCS/Codevasf (7,4%), exigência do programa de reforma agrária (37,1%), governo (11,1%), agentes financeiros (7,4%), dentre outros.

Quanto à área de abrangência da organização, a maioria (74,1%) é municipal, enquanto que 22,2% é regional e apenas 3,7% atua em todo o estado.

Os serviços prestados com maior frequência são a mecanização, a comercialização da produção, a ação fundiária e a manutenção e conservação dos sistemas de irrigação e drenagem (prestados por respectivamente 48,1%; 48,1%; 29,6% e 25,9% das organizações).

4.3 Extensão Rural

Dos 46 extensionistas entrevistados, 89,1% representam empresas juridicamente constituídas e 10,9% são pessoas físicas.

Metade dos prestadores de assistência técnica tem área de atuação regional, enquanto que 26% têm abrangência municipal e 13% estadual, realizando trabalho simultâneo em diversos municípios, contemplando as diversas áreas de concentração de fruteiras no Nordeste, conforme mostrado no Quadro 1 do item "Metodologia".

Importante observar que 50% dos extensionistas têm um raio de ação entre 101 km e 150 km, a maioria (91,3%) lançando mão de veículo próprio para os deslocamentos.

O principal cliente dessas empresas é o pequeno agricultor (micro, mini ou pequeno), representando 76,7% do total.

5 NÍVEL DE COMUNICAÇÃO ENTRE OS DIFERENTES ATORES

O nível de comunicação entre os atores (pequenos agricultores, organizações de agricultores e extensionistas) é analisado nos itens subsequentes, conforme definido no item Metodologia. A interpretação dos números é direta, ou seja, há uma maior aproximação entre os percentuais ao se comparar um mesmo item para os diferentes atores, correspondendo a um mais elevado nível de concordância entre os grupos.

Antes de iniciar a análise propriamente dita, é importante esclarecer que, do total dos agricultores entrevistados, cerca de 80% têm acesso à assistência técnica. Embora alguns escritórios privados, a Codevasf e as organiza-

ções representativas, sejam responsáveis pela assistência técnica prestada a alguns agricultores, a maioria deles (em torno de 70%) recebe o serviço diretamente das empresas públicas de assistência técnica e extensão rural (Ater's), segundo declaração dos próprios agricultores, utilizando métodos de difusão interpessoal, grupal (eventos, encontros, etc) e práticas de campo.

5.1 Percepção sobre potencialidades para a exploração da atividade frutícola

Com relação às potencialidades existentes nas propriedades e na região como um todo, observa-se uma mesma percepção dos diferentes atores. Comparados os três diferentes atores, observa-se que entre 64 e 93,5% concordam que existem solos adequados para expansão da atividade. Quanto à água de qualidade e em quantidade suficiente para expansão, varia entre cerca de 44,5% e 73,9% o percentual de entrevistados que confirmam a sua existência. A telefonia, assim como a infraestrutura básica de irrigação e drenagem implantada pelo governo, são serviços que, segundo os grupos entrevistados, ainda não estão disponíveis da forma desejada nas áreas pesquisadas (Tabela 3). Os dados evidenciam que tanto organizações quanto extensão rural, conhecem a realidade do agricultor, denotando a existência de um mínimo de comunicação interpessoal relativamente a este aspecto.

Tabela 3 – Concordância quanto às potencialidades da(s) propriedade(s) rural(ais) explorada(s) com fruticultura

Itens	Agricultores %	Organizações de agricultores %	Extensão Rural %
Solos adequados para se expandir	64	88,9	93,5
Água com qualidade e em quantidade para se expandir	46	44,5	73,9
Acesso fácil em qualquer época do ano	61	74,0	69,6
Mão de obra abundante na região	58,4	63,0	76,1
Telefonia	14,4	26,0	30,4
Energia elétrica de concessionárias	59,6	63,0	73,9
Infraestrutura básica de irrigação e drenagem implantada pelo governo	21,7	14,8	23,9
Outra	6,8	11,1	17,4
Não informado	–	3,7	–

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

Importante observar que das cinco frutícolas citadas pelos três atores, pelo potencial para diversificação, o caju, o abacaxi e a graviola, apesar de terem sido citados pela maioria dos extensionistas, não aparecem nessa mesma lista de preferências dos agricultores (Tabela 4).

As frutícolas mais citadas pelos agricultores são o mamão (18,5%), seguido pelo maracujá (15,1%) e goiaba (13,1%); para os representantes das organizações de agricultores, as frutícolas mais importantes são o mamão (33,3%), a banana e o limão (22,2% cada) e a goiaba (18,5%). Para os extensionistas, no entanto, a frutícola com maior potencial para diversificação é o abacaxi (41,3%), seguido por mamão (34,8%) e banana (32,6% cada).

Tabela 4 – Concordância quanto às cinco principais frutícolas que poderão compor o elenco das culturas possíveis de diversificação

Frutícolas	Agricultores %	Organizações de agricultores %	Extensão Rural %
Mamão	18,5	33,3	32,6
Maracujá	15,1	14,8	30,4
Goiaba	13,1	18,5	–
Caju	9,2	–	32,6
Banana	9,0	22,2	–
Limão	8,0	22,2	–
Abacaxi	–	14,8	41,3
Graviola	–	–	34,8

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

5.2 Percepção sobre os aspectos tecnológicos da atividade frutícola

Com relação às tecnologias utilizadas pelos agricultores, observa-se a concordância dos atores, levando a crer que, neste aspecto, há uma compreensão, por parte das organizações e da extensão rural, da realidade dos agricultores. Em alguns itens, no entanto, percebe-se maior aproximação das respostas dos agricultores com as de suas organizações e maior distanciamento da extensão rural. É o caso da resposta relacionada a itens como “análise física e química do solo”, “fertirrigação”, “telefonia rural”, “tratamento de mudas”, dentre outros (Tabela 5).

Tabela 5 – Concordância quanto às tecnologias utilizadas pelos agricultores na exploração da fruticultura

Tecnologias	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Adubação química	81,0	92,6	93,5
Mecanização motora	69,1	66,7	80,4
Adubação orgânica	68,6	92,6	87,0
Energia elétrica	56,0	48,1	82,6
Irrigação	52,3	51,9	56,5
Mudas de viveiristas idôneos	50,9	74,1	93,5
Análise física e química do solo	49,9	44,4	87,0
Poda de formação e limpeza	47,7	48,1	82,6
Correção do solo	42,3	29,6	65,2
Aplicação herbicida	34,5	33,3	63,0
Limpeza, seleção e classificação da fruta	32,4	29,6	60,9
Mudas da própria unidade produtiva	31,9	14,8	32,6
Controle do custo de produção	27,0	29,6	50,0
Tratamento de mudas	26,5	25,9	45,7
Cobertura morta	26,3	25,9	58,7
Indução floral	23,4	33,3	54,3
Telefonia rural	22,9	29,6	54,3
Planejamento da produção	21,4	25,9	47,8
Mecanização animal	20,9	14,8	21,7
Manejo integrado de pragas e doenças	20,2	22,2	52,2
Fertirrigação	19,0	25,9	78,3
Utilização de EPI para aplicação de defensivos	15,8	22,2	43,5
Embalagem da fruta para comercialização	14,4	22,2	41,3
Mecanização motora e animal	10,5	25,9	13,0
Monitoramento da mosca das frutas	10,5	11,1	32,6
Rotação cultural	7,8	11,1	26,1
Adoção do sistema de medicina de segurança do trabalho	7,8	14,8	17,4
Adubação verde	6,8	7,4	17,4
Controle biológico	6,6	3,7	19,6
Produção integrada de frutas - PIF	6,6	14,8	23,9
Substituição de copa	3,9	14,8	21,7

Tecnologias	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Internet	2,2	14,8	21,7
Informática	2,2	18,5	17,4
Certificação para mercados internacionais	2,2	7,4	17,4
Produção orgânica	1,9	7,4	23,9
Monitoramento da fruta vendida para fora do Brasil	1,9	14,8	28,3
FAX	1,5	18,5	15,2
Sistema de rádio	1,0	7,4	17,4
Transporte da fruta em veículo com controle de temperatura	0,5	14,8	21,7
Armazenamento da fruta em instalações aclimatadas	0,0	11,1	21,7

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

Quanto às tecnologias atualmente utilizadas, a maioria dos entrevistados concorda que não há escolha, pois já fazem parte do pacote tecnológico estabelecido pelo projetista. Os extensionistas, no entanto, justificam esta imposição de pacotes tecnológicos alegando que a escolha já está atrelada à especificação da fruta, à qualidade do produto a ser obtido e à necessidade de competir no mercado (Tabela 6).

Tabela 6 – Concordância quanto aos motivos pelos quais os agricultores escolheram os tipos de tecnologia adotados

Motivos	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Já estabelecida pelo projetista/ técnico	61,1	74,1	73,9
Pela necessidade de competir no mercado	31,9	29,6	58,7
Devido à especificação da fruta	24,1	40,7	52,2
Devido à qualidade do produto a ser obtido	23,1	25,9	54,3
Pela necessidade de atender a agroindústria	1,2	7,4	4,3
Outro	3,9	11,1	19,6

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

5.3 Percepção sobre problemas relacionados à atividade frutícola

Dos treze itens analisados sobre os principais obstáculos ao desenvolvimento da atividade frutícola (Tabela 7), observou-se algumas discordâncias nas percepções dos atores pesquisados.

Em geral, verifica-se uma tendência, entre agricultores, de minimizar os obstáculos considerados importantes por organizações e extensionistas, exceto no item relativo a "falta ou escassez de crédito", considerado como obstáculo para 51,1% deles, opinião corroborada por 55,6% de suas organizações, no entanto, considerado importante por somente 21,7% dos extensionistas.

O inverso ocorre com relação ao item "falta de organização dos fruticultores" que, para os extensionistas é um grande obstáculo ao desenvolvimento da atividade, mas para organizações e muito mais para agricultores, aparece como pouco significativo.

A "falta de agroindústria na região" é outro item em que há discordância de percepção dos autores. Apontado como um obstáculo importante por 54,3% dos extensionistas, porém somente 18,5% das organizações e 7,3% dos agricultores têm esta mesma percepção.

A "dificuldade de gerenciamento", da mesma forma, é percebida por boa parte dos extensionistas, mas não pela maioria dos agricultores e boa parte de suas organizações associativas.

Da mesma forma, o mercado, considerado como um problema ainda a ser resolvido, de acordo com 50% dos extensionistas, é um obstáculo para apenas 18,5% das organizações e 11,4% dos agricultores.

Tabela 7 – Concordância quanto aos principais obstáculos para ampliar / diversificar a área com fruticultura

Obstáculos	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Falta ou escassez de crédito	51,1	55,6	21,7
Garantias reais insuficientes para contratar novo financiamento	17,3	40,7	63,0
Falta de organização dos fruticultores	12,4	22,2	82,6
Problemas de mercado	11,4	18,5	50,0
Aumento / surgimento de novas pragas e doenças	10,0	11,1	21,7
Falta de agroindústria na região	7,3	18,5	54,3
Falta de interação entre os agentes componentes da cadeia produtiva	6,6	33,3	52,2
Falta de domínio tecnológico para diversificação	5,4	29,6	37,0
Falta de mão-de-obra qualificada	2,2	14,8	30,4
Dificuldade de gerenciamento	2,0	14,8	41,3
Dificuldade de transporte adequado	1,7	7,4	6,5
Distância para os grandes centros consumidores	1,2	3,7	8,7
Outros	9,2	37,0	30,4

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

A maioria dos entrevistados dos três grupos concorda que não existem conflitos relacionados ao uso de água entre os agricultores da região, e que há oferta de energia suficiente para atender à demanda de futuros consumidores (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8 – Concordância quanto à existência de conflito de uso de água entre os produtores da região / município

Opções	Agricultores %	Organizações de agricultores %	Extensionistas %
Sim	8,3	14,8	13,0
Não	60,3	59,3	65,2
Desconhece	11,7	18,5	13,0
Não informado	19,7	7,4	8,7
TOTAL	100,0	100,00	100,00

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

Tabela 9 – Concordância sobre se a oferta atual de energia no município / região é suficiente para aumentar a demanda futura de consumidores

Opções	Agricultores %	Organizações de agricultores %	Extensionistas %
Sim	70,6	63,0	63,0
Não	5,8	22,2	23,9
Desconhece	22,4	14,8	6,5
Não informado	1,2	–	6,5

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

Com relação aos níveis de produtividade abaixo do estimado, todos concordam que o principal problema refere-se à insuficiência de adubação e tratos culturais. A grande contradição aparece no item "problema de gestão", considerado importante pelos extensionistas, mas insignificante, principalmente para os agricultores.

Com relação à assistência técnica, em torno de 20% de agricultores e extensionistas concordam em que há deficiência do serviço prestado. Porém, das organizações, somente 11% se manifestaram no mesmo sentido (Tabela 10).

Tabela 10 – Concordância quanto aos motivos pelos quais os níveis de produtividade obtidos estão abaixo dos valores estimados no projeto / estudo (cinco principais)

Motivos	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Adubação e tratos culturais insuficientes	56,0	63,0	67,4
Surgimento de novas pragas e doenças	29,0	14,8	45,7
Deficiência na assistência técnica	20,0	11,1	19,6
Problemas de chuvas (escassez ou excesso ou fora de época	18,0	22,2	45,7
Ocorrência de excesso de vento	11,9	3,7	6,5
Ainda não atingiu o ano de estabilização da produção	9,5	22,2	32,6
Escassez de água para irrigação	8,0	7,4	8,7
Problema de gestão	2,2	14,8	50,0
Outra	12,9	14,8	17,4

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

A Tabela 11 apresenta dados sobre a percepção dos atores quanto à forma como os órgãos de pesquisa solucionam os problemas dos agricultores. Neste ponto, verifica-se grande discordância entre as percepções dos agricultores e suas organizações de um lado, e os extensionistas de outro. Enquanto os agricultores e as organizações opinaram que os problemas não são solucionados (53,3% e 48,1%, respectivamente) ou que são resolvidos com lentidão (28,5% e 37,0%, respectivamente), os extensionistas consideram que os problemas têm solução, porém, a maioria acha que são resolvidos de forma lenta (71,7%).

Tabela 11 – Concordância quanto à forma como os problemas surgidos com a fruticultura estão sendo solucionados pelos órgãos de pesquisa governamentais

Forma de Solução	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Tempestividade	3,2	3,7	13,0
Lentidão	28,5	37,0	71,7
Sem solução	53,3	48,1	4,4
Não informado	15,0	11,1	10,9
TOTAL	100,00	100,00	100,00

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

No tocante aos problemas da fruticultura ainda pendentes de solução pelos órgãos de pesquisa, os entrevistados concordaram que a principal questão refere-se ao desenvolvimento de variedades mais resistentes às pragas e doenças. Em seguida, surgem os problemas referentes a mercados. Para agricultores e organizações, a terceira questão refere-se ao desenvolvimento de novas variedades frutícolas, enquanto que para os extensionistas a questão diz respeito à produção orgânica (Tabela 12).

Tabela 12 – Concordância quanto aos problemas ainda pendentes de soluções pelos órgãos de pesquisa

Problemas	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Espécies frutícolas mais resistentes às pragas e doenças	61,3	77,8	67,4
Mercados	44,5	33,3	56,5
Novas espécies frutícolas	27,7	29,6	37,0
Espécies mais resistentes aos veranicos	15,3	7,4	21,7
Novos derivados de frutas	13,4	18,5	8,7
Produção orgânica	5,8	7,4	45,7
Outro	4,1	7,4	6,5

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

Sobre os entraves existentes para se exportar frutas, todos concordam que os principais problemas referem-se à inexistência de variedades de frutas destinadas especificamente ao mercado externo, à falta de apoio governamental para a pequena produção e ao desconhecimento do mercado. Além dessas questões, as organizações consideram que as dificuldades de transporte, a falta de certificação dos produtos e as barreiras fitossanitárias impostas pelos importadores dificultam as exportações das frutas brasileiras. Os extensionistas, por sua vez, apontaram como fatores adicionais os custos de produção, as variações de preços, a carência de infraestrutura e ausência de *packing house* nas proximidades das propriedades rurais. Destaque-se que o desconhecimento do mercado é um fator importante para um percentual muito maior de extensionistas que de agricultores e organizações, denotando, por um lado, a necessidade de se analisar mais profundamente a questão e, por outro, que neste aspecto, não está havendo interação entre os atores, conforme discordância das respostas (Tabela 13).

Tabela 13 – Concordância quanto aos fatores que impedem iniciar ou aumentar suas exportações para fora do Brasil

Fatores	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Fruta destinada apenas ao mercado interno	75,7	70,4	50,0
Falta de apoio governamental para a pequena produção	17,5	7,4	50,0
Desconhecimento do mercado	10,0	14,8	41,3
Carência de certificação do produto	3,6	22,2	37,0
Carência de *packing house* na região	3,2	7,4	32,6
Barreiras fitossanitárias dos países importadores	2,4	14,8	34,8
Carência de infraestrutura de frios na região	1,5	7,4	23,9
Custo de produção não competitivo	1,2	3,7	17,4
Incerteza da cotação do produto no desembarque	1,2	7,4	17,4
Dificuldade de transporte marítimo	0,5	29,6	15,2
Outro	1,9	29,6	21,7

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

Os atores foram unânimes em apontar o preço como o principal entrave no abastecimento de mudas, insumos e material de embalagem, conforme mostrado na Tabela 14. Outros problemas considerados importantes pelos agricultores, mas como menor relevância, foram a "oferta limitada no município" (12%) e o "custo elevado do transporte" (11,4%). Para os extensionistas, no entanto, estes dois itens são considerados bastante relevantes, conforme apontado por 45,7% e 30,4%, respectivamente, dos entrevistados. As organizações apontam outro problema de relevância no abastecimento destes materiais, que é a cobrança de ágio.

Tabela 14 – Concordância quanto às principais causas dos problemas de abastecimento de mudas, insumos e material de embalagem

Fatores	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Problema de preços	48,2	59,3	58,7
Oferta limitada no município	12,2	7,4	45,7
Custo elevado do transporte	11,4	-	30,4
Demora na entrega	3,9	-	21,7
Dificuldade de transporte	2,4	3,7	2,2
Cobrança de ágio	0,2	29,6	2,2

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

No que se refere aos problemas detectados com as agroindústrias, a maioria dos agricultores entrevistados (77,6%) não respondeu essa questão por não processarem e/ou não comercializarem suas respectivas produções com as agroindústrias. Dentre os agricultores que responderam, a maioria citou os preços não compensadores pagos pelas agroindústrias. Referido problema foi também mencionado pelas associações bem como pelos extensionistas, ressaltando-se que estes últimos atribuíram importância elevada a este problema. Para os extensionistas, outro problema, mencionado por poucos agricultores e organizações, é a inexistência de incentivos de preços para produtos de melhor qualidade (Tabela 15).

Tabela 15 – Concordância quanto aos principais problemas existentes com as agroindústrias

Principais problemas	Agricultores (%)	Organizações de agricultores (%)	Extensionistas (%)
Preços estabelecidos pela indústria não são compensadores	15,6	14,8	43,5
Descumprimento dos contratos de recebimentos da produção	2,4	-	13,0
Descumprimento nos prazos de pagamento das frutas	1,5	-	15,2
Inexistência de incentivos de preços para produtos de melhor qualidade	5,1	11,1	41,3
Demora na entrega de embalagem pela agroindústria	0,0	-	2,2
Grande distância entre a área de produção e a indústria	0,2	3,7	2,2
Outro	0,7	-	2,2
Não se aplica	77,6	-	-

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

Na Tabela 16 observam-se os problemas relativos a solo que, de acordo com a percepção dos agricultores, as principais questões dizem respeito à drenagem e endurecimento da camada superficial do solo. As organizações constataram ainda problemas relacionados com a salinização e área de preservação ambiental. Os extensionsitas foram mais severos em suas avaliações, visto que grande parte considerou sérios os problemas de endurecimento da camada superficial do solo (58,7%), drenagem inadequada (37%), área de preservação (28,3%), salinização (17,4%) e curva de nível (17,4%).

Tabela 16 – Concordância quanto aos impactos negativos nos solos e a adoção de medidas mitigadoras pelos fruticultores assistidos

Ocorrência/Medida Implementada	Agricultores (%)			Organizações de agricultores (%)			Extensionistas (%)		
	Sim	Não	Não se aplica	Sim	Não	Não se aplica	Sim	Não	Não se aplica
Salinização	9,7	62,3	27,5	18,5	51,9	18,5	17,4	60,9	10,9
Endurecimento camada superficial do solo	20,7	47,2	31,6	25,9	48,1	22,2	58,7	30,4	8,7
Curva de nível, cordão do contorno	2,2	47,4	50,1	7,4	37,0	44,4	17,4	50,0	17,4
Faixa verde com vegetação arbórea/ arbustiva nativa	7,1	75,2	17,5	11,1	51,9	29,6	28,3	45,7	8,7
Drenagem adequada	21,9	40,6	36,5	7,4	33,3	40,7	37,0	30,4	19,6
Outros	0,0	5,1	1,2	-	-	-	2,2	-	-

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

5.4 Percepção sobre a qualidade da assistência técnica

Os maiores percentuais de agricultores qualificam a assistência técnica entre boa (28,2%), regular (24,1%) e deficiente (20%), restando um pequeno grupo (2,4%) que a considera excelente. Da mesma forma que os agricultores, o maior percentual das organizações (26%) considera boa a qualidade da assistência técnica. No entanto, é bem superior neste grupo, a parcela que percebe a extensão rural como deficiente.

Com respeito ao grau de participação dos agricultores na elaboração do projeto (Tabela 17), 18% afirmam que não têm nenhuma participação. Entre os que afirmam participar da elaboração do projeto, 35% consideram médio o nível; um baixo grau de participação é citado por 23,1%, enquanto que 13,9% dos agricultores consideram-na elevada. Já as organizações, consideram entre médio (37%) e elevado (22,3%) o grau de participação destes mesmos agricultores durante a concepção do projeto produtivo, apresentando uma avaliação bem mais positiva dos órgãos de extensão rural. Os extensionistas, por seu turno, consideram bom o nível de participação dos agricultores na elaboração do projeto, tendo em vista que 54,4% deles declararam ser média a participação. Os extensionistas representam o grupo mais otimista, por afirmar que 23,9% dos agricultores têm um nível elevado de participação na elaboração do seu projeto de fruticultura.

Tabela 17 – Concordância quanto ao nível de participação do agricultor na elaboração do projeto de fruticultura

Nível de participação	Agricultores %	Organizações de agricultores %	Extensionistas %
Elevado	13,9	22,3	23,9
Médio	35,0	37,0	54,4
Baixo	23,1	18,5	21,7
Nenhum	18,0	11,1	–
Não se aplica	10,0	11,1	–
TOTAL	100,00	100,00	100,00

Fonte: pesquisa direta do BNB-Etene (2005).

Os agricultores mostram-se satisfeitos quanto ao cumprimento do cronograma de implantação do projeto produtivo. Nos casos em que o cronograma de implantação não é cumprido, os agricultores atribuem, principalmente, ao pouco envolvimento dos técnicos do escritório de projeto,

ao surgimento de problemas não considerados no projeto ou à demora na elaboração do mesmo. Tais falhas seriam principalmente relativas ao estudo de mercado, dimensionamento de recursos próprios superestimados e produtividades superestimadas. No entanto, para boa parte dos agricultores entrevistados (57,9%) e suas organizações representativas (44,5%), não houve deficiência na elaboração do projeto.

Na avaliação das organizações, o maior apoio prestado aos agricultores pela extensão rural ocorre na fase de implantação dos projetos produtivos, pois é nessa fase que, segundo análise de 40,7%, ocorrem mais de três visitas. No entender dos extensionistas, no entanto, o maior número de visitas ocorre após a implantação, conforme afirmação de 41,3% dos entrevistados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde o final da década de 1970 o modelo "produtivista-difusionista" adotado na comunicação rural vem sendo questionado. Alternativamente, tem-se proposto um modelo "participativo e crítico", no qual o agricultor, enquanto cidadão e sujeito de suas ações, problematiza, critica sua realidade e toma as decisões que melhor lhe convierem. Referido modelo alternativo coloca em prática a metodologia de trabalho que considera relevante os conhecimentos e a participação do agricultor, estabelecendo um processo dialógico entre este e o extensionista, de forma a permitir a reciprocidade, proporcionando a troca de conhecimentos e não transmissão de informações.

Nas áreas de concentração de fruteiras nordestinas, conforme observado nesta pesquisa, a atuação das Ater's parece permanecer atrelada ao modelo "produtivista-difusionista", no qual a introdução de práticas modernas tem sido privilegiada. A ênfase desse modelo tem sido a introdução de pacotes tecnológicos recheados de insumos industrializados, máquinas, equipamentos, agrotóxicos, fertilizantes e outros. Nesse modelo, a extensão rural se distancia do processo educativo, e funciona como instrumento de modernização agropecuária.

Observaram-se, também, algumas contradições nas falas dos atores, principalmente no tocante aos obstáculos apontados para o desenvolvimento da atividade frutícola, o que denota a inexistência de um processo dialógico na comunicação. A falta de um diálogo mais efetivo entre o extensio-

nista, o agricultor e suas organizações representativas é confirmada quando se verifica a elaboração de projetos produtivos sem a participação e colaboração destes, resultando em projetos, muitas vezes, inadequados para a realidade do agricultor, seja em termos econômicos, sociais ou ambientais, acarretando prejuízos financeiros e/ou ecológicos para o agricultor. A consequência disso é a insatisfação dos agricultores com os serviços prestados pela extensão rural e o insucesso econômico da atividade desenvolvida.

Importante reconhecer a dificuldade que tais instituições têm em promover mudanças no modelo de intervenção, tendo em vista terem sido constituídas no bojo de um modelo de desenvolvimento que priorizava a modernização da agricultura e, portanto, com ações direcionadas para este objetivo. Em consequência da implantação desse modelo, é fato a dificuldade que têm os técnicos de compreender a necessidade de promover um diálogo com o agricultor, levando em conta sua própria formação profissional, dirigida para o trabalho dentro do modelo "produtivista-difusionista". Além disso, registre-se a condição das Ater's, principalmente na região Nordeste, em que a falta de estrutura adequada para o trabalho que desempenham os extensionistas, contribui para que o serviço muitas vezes se limite à simples fiscalização e, portanto, sem o compromisso da ação transformadora.

Uma forma de buscar a correção de rumos seriam as próprias Ater's realizarem avaliação das metodologias adotadas em suas atividades, principalmente no tocante à forma como vêm trabalhando as estratégias de comunicação, bem como levar seus técnicos a passarem por um processo de capacitação voltado para a realização de um trabalho de comunicação com base na concepção dialógica. Além disso, é fundamental que o poder público reconheça a importância do serviço de extensão rural, criando as condições para a melhoria da qualidade da assistência técnica.

Finalmente, espera-se, com este exercício, contribuir para o melhor entendimento das questões relacionadas à comunicação, aspecto de grande relevância para a formulação de políticas destinadas a promover o desenvolvimento rural.

REFERÊNCIAS

BENJAMIN, R. E. C. Comunicação rural. In: QUEIROS E SILVA, R. P. **Temas básicos de comunicação.** São Paulo: Edições Paulinas, 1983.

BORDENAVE, J. E. D. **O que é comunicação rural**. São Paulo: Brasiliense, 1988.

_____. **O que é comunicação**. São Paulo: Brasiliense, 1989.

_____. Comunicação rural: discurso e prática. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS INTERDISCIPLINARES DA COMUNICAÇÃO. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1988. **Anais...**, Viçosa, 1988.

CAPORAL, F.; L. F. RAMOS. **Da extensão rural convencional à extensão rural para o desenvolvimento sustentável**: enfrentar desafios para romper a inércia. Disponível em: <http://www.pronaf.gov.br/dater/arquivos/0730612230.pdf>. Acesso em: 05 set. 2011.

CAPORAL, F. Bases para uma nova Ater pública. **Revista Extensão Rural**, n. 10, 2003. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/dotlrn/clubs/redestematicasdeater/formaode agentesdeater/contents/photoflow-view/content-view?object_id=885745>. Acesso em: 25 set. 2011.

FRANÇA, V. R. V. **A comunicação e incomunicação no desenvolvimento de pequenos agricultores.** 201p. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. Brasília: UnB, 1978.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FRIEDRICH, O. A. **Comunicação rural**: proposição crítica de uma nova concepção. 2.ed. Brasília: Embrater, 1988.

PASQUALI, A. **Sociologia e comunicação.** Petrópolis: Vozes, 1973.

RIFFEL, C. M. **A comunicação dirigida na ação das Ongs**: a experiência de entidades que atuam na promoção da agricultura sustentável. Disponível em: http://www.pucrs.br/famecos/geacor/texto15-03.html. Acesso em: 14 mar. 2006.

SABOURIN, E. Interação entre os dispositivos coletivos e institucionais dos agricultores e políticas públicas de desenvolvimento rural. In: II

COLÓQUIO AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO RURAL. Painel 2: Práticas de Desenvolvimento Rural: da criatividade dos agricultores às inovações político-institucionais. **Anais...**, Porto Alegre, 2008.

Capítulo 4

Desenvolvimento, ruralidades e políticas públicas na região semiárida do Nordeste do Brasil: uma agenda para o Brasil e para o Nordeste

Aldenôr Gomes da Silva

1 INTRODUÇÃO

Para introduzir esse tema, gostaria de me apropriar de dois parâmetros utilizados pelo Prof. Sergio Schneider[1] no seu trabalho "Tendências e temas dos estudos sobre desenvolvimento rural no Brasil", por ele apresentado no Congresso de Sociologia Rural, na Holanda. Nesse trabalho, o Prof. Schneider afirma que a retomada do debate sobre Desenvolvimento Rural pós anos 90, se dá permeado pela crescente legitimação social e política da agricultura familiar, ao ponto de se constituir como referência em oposição a outras noções igualmente poderosas, como a de agronegócio, traduzida em uma nova reorientação das políticas governamentais para agroindústria.

Outro parâmetro que balizará essa retomada do debate sobre desenvolvimento rural, na concepção do Prof. Sergio Schneider, é a emergên-

1 SCHNEIDER, S. Tendências e temas dos estudos sobre desenvolvimento rural no Brasil. Versão Ampliada. Trabalho apresentado no Congresso Europeu de Sociologia Rural. Wageningen, Holanda, 20-24 agosto, 2007 Anais..., 2007.

cia de "Novos atores sociais", que, concomitantemente, às mudanças da própria sociedade civil como um todo, retornam ao cenário político das organizações e movimentos sociais que haviam sido reprimidos durante a ditadura militar, renovados, já não só reivindicatórios e contestatórios, mas, proativos e propositivos. Além de desempenharem funções de vigilância e controle das ações do Estado, estes novos atores passam a "ter uma participação efetiva e legitimada nas estruturas de gestão e governança das políticas públicas"[2], conquistando uma valorização e um protagonismo na elaboração, gestão e acompanhamento das políticas públicas.

Dentre as transformações que a sociedade experimenta, neste momento, vale destacar as dimensões do que denomino de "Novas Ruralidades", que incorpora, entre outras, a questão ambiental como resultado da crítica aos resultados perversos do modelo da "revolução verde", em uma tentativa de converter a noção de sustentabilidade em referencial teórico e modelo de desenvolvimento alternativo, ecológico, orgânico, agroecológico, etc.

Como, em princípio e como base de análise, corroboro as ideias do Prof. Schneider, gostaria de tomá-las como pano de fundo para fazer um recorte analítico, tendo como referenciais as concepções e algumas experiências práticas de desenvolvimento rural na região Nordeste, contemporaneamente.

Nesse sentido, abordarei em um primeiro momento, a dimensão das novas ruralidades e suas contribuições para a formatação de uma proposta de desenvolvimento sustentável; como segundo ponto, farei um resgate telegráfico da evolução do entendimento de desenvolvimento rural nessa região, desde as primeiras experiências de planejamento rural até esse momento atual de emergência de novos atores sociais; em um terceiro momento, abordarei alguns aspectos da gênese da gestão participativa e as "novas" políticas públicas no nordeste semiárido, ilustrando com a análise de uma experiência concreta com esses atores na elaboração e gestão da política dos Territórios da Cidadania, e no momento final, abordarei algumas questões que chamo de uma agenda para o Brasil e para o Nordeste.

2 RURALIDADES E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2 Idem, p. 9.

Para iniciar as reflexões sobre as novas ruralidades, tomarei de empréstimo à Prof. Nazaré Wanderley[3], mestra a quem me socorrerei em outros tantos momentos deste trabalho, a sua pergunta problematizadora: "O que é o Rural, hoje?" Ou, melhor ainda: "O que ainda é Rural no mundo moderno?" Para responder esta pergunta somos desafiados a recuperar os significantes do conceito de rural na história recente.

Até as últimas décadas do século passado, o meio rural brasileiro sempre esteve, conceitualmente, associado ao espaço do vazio, da ausência de serviços, à pobreza generalizada. Pensado assim, enquanto espaço residual do mundo modernizado, o meio rural era visto como o espaço do atraso e, diante da sua frágil estrutura social, cultural, demográfica e econômica, seu desenvolvimento estava à mercê de políticas sociais compensatórias. Havia um preconceito tão forte quanto à fragilidade econômica do meio rural que os focos de dinamismo quando aí surgiam eram comumente relacionados aos efeitos de políticas de urbanização da região. Do meio rural havia sido amputada a capacidade empreendedora da geração de emprego e renda, condição necessária à retenção da população, porque era ele o "espaço da exclusão". Celso Furtado, em uma de suas últimas falas em público, dá outra interpretação a essa não retenção da população rural, quando, ao defender a atualidade de uma reforma agrária, assim coloca:

> Não havendo no campo praticamente nenhuma possibilidade de melhoria das condições de vida, a população rural tende a se deslocar para as zonas urbanas, aí congestionando a oferta de mão de obra não especializada[4].

Voltando à gênese do entendimento da relação entre o rural e o atraso, entre rural e passado, lembraria que esta visão guardava uma estreita relação com a interpretação de autores clássicos – com ênfase para os de tradição marxista – que tendiam a analisar o corte urbano/rural, relacionando esses dois mundos como o "conflito entre duas realidades sociais diferentes: uma em declínio, outra em ascensão, em função do progresso das forças capitalistas que minavam a velha ordem feudal". É a partir daí que o "urbano" passou a ser identificado como o "novo", com o "progresso" capitalista das fábricas; e os rurais – ou a "classe dos proprietários rurais",

3 WANDERLEY, M. de N. B. O "lugar" dos rurais: o meio rural no Brasil moderno. XXXV Congresso da Sober. **Anais...**, 1997.

4 FURTADO, C. Os desafios da nova geração. **Revista de Economia Política**, v. 24, n. 4, p. 483-486, out./dez. 2004.

como o "velho" (ou seja, a velha ordem social vigente) e como o "atraso" no sentido de que procuravam impedir o progresso das forças sociais[5].

Essa alusão do rural ao atraso, ao passado permeou por um longo período os estudos da "intelectualidade rural" brasileira, embalada por um entendimento de que o mundo rural estava fadado a uma descaracterização generalizada, diante da violenta pressão modernizadora de que foi alvo o setor agrícola a partir da segunda metade dos anos 60, fenômeno conhecido como da *modernização conservadora da agricultura*.

A descaracterização do espaço rural, enquanto espaço de vida e sociabilidade das famílias rurais, lembra-nos Nazaré Wanderley[6], se deveu, principalmente, à crença fatalística de que a desruralização seria uma tendência inelutável. Ou seja, a urbanização, a industrialização e a modernização da agricultura se constituiriam em um processo de uniformização da sociedade que provocaria o fim de algumas particularidades de certos espaços ou certos grupos sociais. Quer dizer, o fim do rural era um resultado normal, previsível e mesmo desejável da modernização da sociedade. Ou seja, no Brasil, o rural se confundia com o atraso e deixaria de existir sob a influência do progresso vindo da cidade. O rural se constituía em um resíduo do mundo modernizado – sob um pressuposto equivocado de que a modernização acarretaria automaticamente a modernização social e o bem-estar das populações rurais ou ruralizadas[7].

Problematizando a nossa pergunta fundadora, nos questionamos: Por que o rural é e persiste no mundo moderno? Como entender as transformações recentes do meio rural e as relações deste com o meio urbano? Em que consiste a particularidade do espaço rural no mundo contemporâneo? Reflitamos: desde o final dos anos 50, ou mais precisamente desde os anos 70 na Europa, e no Brasil a partir dos 80, a perspectiva da emergência de uma nova ruralidade está em curso no debate nacional e internacional. Pesquisadores têm elencado elementos que permitem repensar a importância, as especificidades e as particularidades do mundo rural.

Fala-se no renascimento do rural, na valorização do meio rural ou na ressignificação do rural como um anúncio de um novo momento da trajetória evolutiva dos espaços rurais.

5 GRAZIANO DA SILVA, J. O novo rural brasileiro. Col. Pesquisa, 1. 2.ed. Campinas: Unicamp.IE, 1999.

6 WANDERLEY, 1997.

7 WANDERLEY, 1997.

E, que fatores são tomados como evidência desse momento? Inicialmente, parte-se da constatação de que a modernização da agricultura e o desenvolvimento econômico das últimas décadas do século XX mostraram que o modelo de desenvolvimento urbano-industrial acarretou um contra-desenvolvimento social responsável, entre outros males, por três características básicas:

1 A permanência de índices de pobreza à revelia da conquista de altos índices de crescimento econômico;
2 A geração de formas perversas de miséria antes desconhecidas, associadas ao desemprego, violência, insegurança, drogas, falta de habitação (com a disseminação de favelas e cortiços nas grandes cidades e em cidades de porte médio);
3 A degradação dos recursos naturais, chegando a pôr em risco o patrimônio ambiental da humanidade.

Esses níveis de degradação, por sua vez, são decorrentes ora do crescimento em excesso dos países desenvolvidos ou centrais, ora da ausência de crescimento nos países periféricos.

E assim, ao romper com a falsa identidade de crescimento e desenvolvimento, passa-se a inserir na ideia de desenvolvimento, variáveis de cunho social que possibilitem alcançar níveis satisfatórios de qualidade de vida das populações.

Com base nessa nova formulação de desenvolvimento, as discussões sobre a valorização do mundo rural passam à ordem do dia, buscando garantir um desenvolvimento sustentável para todos os povos, rompendo assim com antigos pressupostos de desenvolvimento, que caíram de podres pela insustentabilidade interna de suas próprias proposições.

Nunca ficou tão evidente o hiato entre as concepções de desenvolvimento e crescimento econômico, passando-se a priorizar tentativas de se construir uma nova ideia de desenvolvimento que fosse capaz de garantir a realização harmônica de, no mínimo, três dimensões básicas de desenvolvimento: o social, o econômico e o ambiental. Essa nova utopia de generalização de níveis satisfatórios de qualidade de vida para as populações atuais, sem comprometer as possibilidades de serem vivenciados pelas

populações futuras, será o núcleo gerador do que se passou a denominar Desenvolvimento Sustentável [8].

Diante desse quadro geral de reflexões sobre os rumos do desenvolvimento e da constatação da "artificialidade urbana" que dominou o padrão anterior de crescimento, o espaço rural, *locus* privilegiado das reservas naturais, passa a ser o ponto de convergência de grande parte das atenções, assumindo o *status* de foco dinamizador de novas possibilidades para o desenvolvimento.

Atualmente, na quase totalidade das análises das questões cidade--campo, nos mais diversos enfoques de desenvolvimento e em diferentes espaços do globo, já não dá mais para pôr em dúvida o *status* de sócio igualitário conquistado pelo espaço rural para questões do desenvolvimento sustentável. E, essa conquista está sempre referenciada "a tudo o que se opõe ao artificialismo das cidades: paisagens silvestres ou cultivadas, água limpa, ar puro, o silêncio, etc". Configura-se, portanto, a partir daí, um novo espaço para a produção rural, já não visto mais exclusivamente apenas ligado à exploração das chamadas riquezas naturais, passando a ter peso fundamental nessa nova dinâmica econômica a busca dos encantos da vida rural – beleza, tranquilidade e segurança.

Na visão do Prof. Sergio Schneider[9], a emergência do debate sobre desenvolvimento rural no Brasil deu-se, ganhou projeção e, sobretudo legitimidade, a partir dos quatro fatores seguintes:

> 1º "A trajetória das discussões em torno da agricultura familiar e de seu potencial como modelo social, econômico e produtivo para a sociedade brasileira". [... 2º A] crescente influência e ação do Estado no meio rural, que se deu tanto através das políticas para a agricultura familiar como das ações relacionadas à reforma agrária, segurança alimentar, entre outras. [... 3º As] mudanças no âmbito político e ideológico, [quando] setores das elites agrárias que até então eram contrárias às mudanças, particularmente no apoio às políticas sociais e de caráter compensatório viram-se forçados a mudar de posição, tal como na questão da reforma agrária. [... E o último fator, que vem em decorrência das severas críticas às consequências do modelo agrícola da "revolução verde"] está relacionado ao tema da sustentabilidade ambiental".

8 GOMES DA SILVA, A. Meio rural: o espaço da exclusão? In: VALENÇA, M.; *GOMES*, R. **Globalização e Desigualdade**. Natal: A. S. Editores, 2002.

9 SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3(119), p. 511-532, p.514-517, jul./set. 2010.

Ou seja, ao se romper com o arcaico "viés urbano" do desenvolvimento, foi superado tudo o que lembrava o artificialismo das cidades pela busca de convivência pacífica com a biodiversidade, a paisagem silvestre, a variedade cultural, o natural, o orgânico. Nesse contexto, o mundo rural passa a ser visto como um espaço de reconversão de atividades econômicas para além da produção agropecuária, desestabilizando o entendimento do desenvolvimento rural atrelado ao dinamismo do crescimento urbano. Consolidando-se assim também, a percepção de que desenvolvimento rural não é sinônimo de desenvolvimento agrícola porque, como bem sintetizou o Prof. Graziano da Silva, "o rural é maior do que o agrícola"[10].

3 POLÍTICAS PÚBLICAS DE INSERÇÃO SOCIAL PARA O SEMIÁRIDO NORDESTINO

Tendo esses entendimentos como pano de fundo e lançando um olhar *stricto sensu* sobre a região semiárida nordestina, podemos constatar que também aqui, inicialmente houve uma tendência de desvalorização das características específicas deste espaço – período conhecido como de combate aos rigores da seca, e que posteriormente foi substituída por um movimento de revalorização ou resignificação das suas características intrínsecas, sintetizadas na expressão de *convivência com o semi*árido. Nesse sentido, tecerei algumas análises sobre as perspectivas das políticas públicas de inserção social no semiárido Nordestino.

Tomemos como marco de referência os anos 50. Por esses tempos, o semiárido Nordestino foi tratado nos planos nacionais de desenvolvimento como uma região problema, dotada de uma deficiente estrutura edafoclimática, povoada por homens e mulheres (na sua maioria pobre e faminta) incapazes para o trabalho e responsáveis por uma deficiente e tradicional produção de subsistência; região carente de infraestrutura econômica e social além de castigada por secas periódicas e que, por isso, vivia à mercê de favores de uma classe política populista e aproveitadora da miséria dos seus habitantes. Essa visão distorcida da região se traduziu em políticas emergenciais de combate à pobreza e/ou de combate aos efeitos das secas.

O grande avanço desenvolvimentista que tiveram as políticas para o Nordeste deu-se a partir da década de 1980, quando, em nome de uma des-

10 SCHNEIDER, 2010.

concentração da atividade produtiva que mudava a inter-relação entre as regiões brasileiras, se passou a privilegiar as particularidades dessa região, instalando-se um programa de exploração de polos dinâmicos de desenvolvimento, inclusive nos vales úmidos da região semiárida nordestina[11]. Foi nesse período que foram implantados: o complexo petroquímico de Camaçari, o polo têxtil e de confecções em Fortaleza e o complexo mineiro-metalúrgico de Carajás; e, no que se refere às atividades agrícolas e agroindustriais, destacaram-se: o polo agroindustrial de Petrolina/Juazeiro, as áreas de moderna agricultura de grãos que se estenderam dos cerrados baianos até áreas do sul dos estados do Maranhão e Piauí, o polo de fruticultura Açu/Mossoró no Rio Grande do Norte e o polo de pecuária intensiva do agreste pernambucano[12].

Infelizmente, essa formulação de áreas dinâmicas na Região Nordeste ao invés de ajudar piorou a percepção da região como um todo, passando-se a adotar, a partir daí, um modelo dual de desenvolvimento para dois nordestes: um, composto de áreas de dinamismo econômico – os polos dinâmicos – e outro representado por áreas de economia fragilizada. E, até mesmo para sua parte semiárida, foi reproduzida essa distorcida concepção desenvolvimentista, considerando-se sua parte atrasada como que castigada pelo fatalismo de um constante empobrecimento.

A partir desse momento, os vales úmidos do semiárido incluídos no programa de polos dinâmicos passaram a ser privilegiados por uma intensa e prolongada intervenção governamental que garantiu a instalação de uma infraestrutura de irrigação, o desenvolvimento de uma produção de frutas tecnologicamente avançada, dirigida prioritariamente para o mercado externo, favorecendo a atração de capitais nacionais e estrangeiros e a intensificação dos fluxos migratórios, dentro da própria região nordestina[13].

A parte "pobre" do semiárido passou a ser caracterizada como de economia fragilizada e de precária integração ao mercado, onde predominava a pequena agricultura familiar. A sua base econômica era constituída de uma produção de subsistência com base no tripé milho/feijão/mandioca, tecnologicamente atrasada, com algumas variações regionais. A baixa renda auferida dessa atividade leva essas famílias ao desenvolvimento de um

11 BNB. BANCO DO NORDESTE. Documento básico do projeto polos de desenvolvimento integrado do Nordeste. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1997.

12 ARAÚJO, T. B. **Nordeste, Nordestes: que Nordeste?** São Paulo: Fundap/Unesp, 1995.

13 GOMES DA SILVA, A. **Trabalho e tecnologia na produção de frutas irrigadas no Rio Grande do Norte**. Recife: Universitária, 1999.

tipo de "economia sem produção", como afirma Gustavo Maia Gomes[14], constituída por aposentadorias e pensões e a multiplicação de empregos públicos "produzidos" através das transferências constitucionais (FPM e FPE). Assim caracterizadas, essas famílias eram reduzidas a "público-alvo" de políticas compensatórias, dado que não conseguiam se modernizar nem se integrar ao mercado via outros setores.

Por princípio, gostaria de externar minha discordância com esta visão dualista e, mesmo sem negar a existência de setores produtivos bem diferenciados em termos de desenvolvimento técnico e apoio institucional e financeiro a nível regional, reafirmo que essas áreas nunca se constituíram em territórios isolados, nem totalmente dinâmicos nem majoritariamente fragilizados, procurando sempre pensá-las em relação simbiótica através da interação de fatores produtivos, sociais e organizacionais.

Nesse sentido, o meu entendimento encaminha-se para considerar as políticas atuais de desenvolvimento voltadas para o semiárido como apresentando avanços consideráveis, comparativamente às que foram implementadas nas décadas de 1970/80. Enquanto aquelas se caracterizavam pelo seu potencial de exclusão de grupos sociais mais fragilizados, caracterizados anteriormente, a partir das duas últimas décadas do século passado, as políticas públicas têm primado por manter estratégias de inclusão desses mesmos grupos, passando a enxergá-los para além de demandadores de ações compensatórias. E mais, há indícios de que essa mudança no padrão de ação do Estado em direção aos grupos sociais excluídos tenha um caráter mais permanente do que conjuntural. E, essa nova postura de governança não se deve apenas às características atuais das forças políticas que governam o país no momento, mas à participação de grupos sociais – Movimentos Sociais, Sindicatos, Igrejas, Associações, ONGs, etc. –, que passaram a ter um papel fundamental na reivindicação, acompanhamento e gestão das novas políticas de desenvolvimento para o Nordeste Semiárido. Esses grupos sociais que retornam renovados do ostracismo a que foram submetidos durante o período da Ditadura Militar, passam a se constituir em instâncias não apenas reivindicatórias, mas, sobretudo, proativas e propositivas, valorizando o protagonismo e participação dos atores sociais envolvidos.

Com esse enfoque, inaugura-se uma nova concepção de região Nordeste, com destaque para sua porção Semiárida, caracterizada como um palco de novas e diversas experiências sociais onde passam a ter papel

14 GOMES, G. M. Velhas secas em novos sertões - Continuidade e mudanças na economia do semiárido e dos cerrados nordestinos. Brasília: Ipea, 2001.

fundamental seus movimentos sociais, coletividades territoriais – municípios e consórcios de municípios. Evidencia-se, assim, a necessidade de um reordenamento das políticas públicas, com base em um novo pacto social[15], fundado em novas formas de articulação entre ação coletiva da sociedade civil e a ação pública dos diversos níveis do Estado[16].

Essa nova forma de gestão participativa nas políticas públicas brasileiras, a partir das últimas décadas do século XX, passou a se constituir em um esforço de renovação da administração pública nacional, em consonância com a tendência mundial de construção de novas formas de governança. E, o sentido dessa gestão participativa tem se explicitado como um modelo de gestão onde a intervenção dos atores locais nos processos de tomada de decisão é de fundamental importância, constituindo-se no único canal que viabilizaria o rompimento das antigas formas de dominação, possibilitando a essas populações a conquista da cidadania plena.

4 GESTÃO PARTICIPATIVA E AS "NOVAS" POLÍTICAS PÚBLICAS

A gestão participativa nas políticas públicas brasileiras, a partir das últimas décadas do século XX, passou a se constituir em um esforço de renovação da administração pública nacional, em consonância com a tendência mundial de construção de novas formas de governança, que se consolidou em meados do século passado. A forma como se explicitava essa nova forma de governança implicava na necessidade de conhecimento e análise de muitos conceitos-chave, que de diferentes formas ou a representava ou lhe complementava o sentido. Daí porque, tornou-se lugar comum falar em descentralização, participação, conselhos participativos, atores locais, valorização do local e, no limite, desenvolvimento sustentável, como sinônimo, complemento ou consequência dessa nova postura emergente da segunda metade do século passado. Nesse sentido, a Professora Maria da Glória Gohn, chama a atenção para o sentido que traz esse termo: "é uma das palavras mais utilizadas no vocabulário político, científico e popular da

15 WANDERLEY, M. N.. Territorialidade e ruralidade no Nordeste; por um pacto social pelo desenvolvimento rural. In: **Planejamento e Desenvolvimento dos Territórios Rurais**: conceitos, controvérsias e experiências. Brasília, Embrapa, 2002.

16 SABOURIN, E. Construção da ação coletiva nos sindicatos rurais brasileiros: aspectos comparativos. **Raízes**, **Revista de Ciências Sociais e Econômicas**, v. 21, n. 1, p. 72-80, 2002.

modernidade. Dependendo da época e da conjuntura histórica, ela aparece associada a outros termos, como democracia, representação, organização, conscientização, cidadania, solidariedade, exclusão etc"[17].

Mesmo não estando muito bem definidos, esses conceitos orbitavam em torno do sentido de gestão participativa como um modelo de gestão no qual a intervenção dos atores locais nos processos de tomada de decisão é de fundamental importância, constituindo-se no único canal que viabilizaria o rompimento das antigas formas de dominação, possibilitando a essas populações a conquista da cidadania plena. Para o Prof. Ortega, com isso "A vitória da sociedade civil organizada, que reivindicava mais espaço na gestão pública (participação nos conselhos, orçamento participativo), gerou um processo de luta pela radicalização da democracia por meio de experiências locais."[18]

Contudo, as análises das experiências de efetivação dessa prática tem nos alertado para os cuidados no tratamento dessa estratégia como uma panaceia da participação cidadã, tendo em vista que ela também apresenta alguns limites, tais como: a) a realidade de uma população que, historicamente, se construiu sob os ditames da violência, da não participação e, por outro lado, b) a antecipação de uma ação repulsiva, por parte de setores políticos tradicionais dominantes, em reação ao que se impunha como novo. Nesse sentido, há registros de avaliação das primeiras experiências de construção de gestão participativa, onde, em seu entrono, se estabelecia uma verdadeira maratona dos poderes políticos constituídos, não afeitos a intervenções nas suas práticas de governo, na tentativa de interferir na escolha dos representantes de sindicatos, associações comunitárias, grupos religiosos, etc., no que nem sempre foram bem-sucedidos. Alerta-nos o Prof. João Matos Filho de que:

> certas ideias adquirem, em determinadas conjunturas, as características da onipresença e da panaceia. A descentralização apresenta essas peculiaridades, tal a intensidade com que vem sendo utilizada como antígeno para os males da centralização e como terapêutica para a modernização da gestão pública, a democratização da vida social e a melhoria do desempenho das políticas públicas [19].

17 GONH, M. da G. Conselhos gestores e participação sociopolítica. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2007, p.14.

18 ORTEGA, A. C. **Territórios deprimidos**: desafios para as políticas de desenvolvimento rural. Campinas, SP: Editora Alinéa/Edufu, 2008, p. 14.

19 MATOS FILHO, J. Descentralização das políticas de desenvolvimento rural: uma análise

No Brasil, especificamente, as bases jurídico-institucionais para efetiva participação da sociedade civil foram estabelecidas no final da década de 80 com a Constituição de 1988. De posse de um arranjo institucional favorável à participação popular, acreditava-se que a sociedade civil estava pronta para exercer a fiscalização da aplicação dos recursos públicos, garantindo o seu uso mais racional e, principalmente, ampliando seu arco de favorecimentos, fazendo-os chegar àquela parcela da população que sempre esteve à margem das benesses das políticas públicas. Romper-se-ia assim, o ciclo de favorecimento daqueles grupos que sempre se reproduziram através de práticas clientelísticas de intermediar recursos públicos em favor dos seus "currais eleitorais".

Mas, rapidamente ficaram postas as limitações de participação da população. Por um lado, porque o princípio básico que deveria nortear essa participação – a presença de setores organizados –, não era uma realidade da população brasileira, principalmente entre os setores mais necessitados que, quando muito, estavam organizados em instâncias estruturalmente muito frágeis, montados quase sempre para intermediação de recursos emergenciais para suas sobrevivências. Por outro lado, havia um oportunismo desenfreado de pretensas organizações da sociedade civil, com ênfase para seus organismos políticos tradicionais, que, como nos lembra o Prof. Roberto Silva, "se apropriam do discurso da participação para buscar novas formas de legitimação perante a população e para cumprir ritos formais exigidos para acesso a recursos públicos"[20]. O que parecia estar patente é que estava em cheque um modelo de mando local que, historicamente, tinha se reproduzido através de práticas clientelísticas de troca de favores no uso da coisa pública.

Em síntese, as resistências ao nível local eram, principalmente, decorrentes de três pontos:

> primeiro – das fragilidades da organização de setores da sociedade civil; segundo – dos vícios de uma sociedade historicamente acostumada com práticas clientelísticas, gerando descrédito nas ações governamentais; e, terceiro – do receio da perda de espaço, controle e gestão das políticas públicas federais ao nível municipal, por instâncias do poder político local[21].

da experiência do Rio Grande do Norte. São Paulo: Campinas, 2002, p. 1.

20 SILVA, R. M. A. Dilemas da gestão participativa do desenvolvimento local em Serra do Mel – RN. Recife: UFPE, 1999, p.11.

21 GOMES DA SILVA, A. A gestão participativa nas políticas públicas: a experiência do

Ao se sentirem ameaçados pela perspectiva de generalização de uma nova prática de gestão das políticas públicas, na qual é fundamental a participação da sociedade civil, os setores políticos tradicionais dominantes anteciparam-se em uma orquestrada reação ao que se impunha como novo.

Vale salientar, contudo, que mesmo com esses percalços, o exercício da participação se fortaleceu através desse aprendizado de participar. Diante da realidade em que vivia essa parcela de público cuja experiência acumulada de "cidadania" que conheciam era composta de um grande número de conselhos comunitários nos quais, por terem sido fomentados por meras conveniências burocráticas (tipo acesso a políticas públicas) e a participação popular era o que menos importava, qualquer experiência de gestão participativa – por mais frágil que pudesse parecer – transformava-se em uma alternativa às práticas clientelísticas de mando de políticos tradicionais.

Em sínte-se, na atual conjuntura é mister recuperar entre a população o reconhecimento da importância dos conselhos enquanto mecanismo de controle social, rompendo principalmente com o imaginário popular de que os conselhos existentes se prestam apenas como condicionantes para que os municípios recebam recursos do governo federal. Mesmo que hajam falhas de encaminhamentos em experiências concretas de eleição de conselhos participativos na gestão de políticas públicas, é bom não perder de vista que a alternativa a essa forma de governança é o retorno às praticas tradicionais de decisões centralizadas na figura do dirigente político local, o que, historicamente, serviu de fomento à proliferação de estratégias clientelísticas de mando da coisa pública.

5 UMA AGENDA PARA O BRASIL E PARA O NORDESTE

Com referência ao que denominei Uma agenda para o Brasil e para o Nordeste, inicialmente, gostaria de enfatizar que é inquestionável o fato de que o Brasil vem reduzindo suas taxas de pobreza desde as últimas décadas do século passado. Dados do Ipea[22] mostram que no intervalo entre

programa fome zero no semiárido nordestino. **Cronos**, Natal-RN, v. 7, n. 1, p. 39-51, jan./jun, 2006, p. 47.

22 IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA Comunicados do Ipea, nº 58. **Dimensão, evolução e projeção da pobreza por região e por estado no Brasil**. Brasília: Ipea, 13 de julho de 2010.

os anos de 1995 e 2008[23], 12,8 milhões de brasileiros saíram da condição de pobreza absoluta, ao se considerar a linha de rendimento médio familiar mensal *per capita* de até meio salário mínimo. E, em se aprofundando mais essa análise, ao se tomar uma linha de pobreza mais severa de até ¼ do salário mínimo, o contingente populacional na condição de pobreza extrema reduz-se de 20,9% para 10,5% no mesmo espaço de tempo considerado, representando uma movimentação para cima de um contingente de 13,1 milhões de pessoas que superam a condição de miséria. E, a partir da constatação dessa queda nas taxas de pobreza, esse mesmo instituto fez um exercício prospectivo para concluir que, mantidas as taxas 3,1% de redução da pobreza absoluta e de 2,1% de redução da pobreza extrema, "pode-se inferir que em 2016 o Brasil terá superado a miséria e diminuído a 4% a taxa nacional de pobreza absoluta[24]. Contudo, chama-se a atenção, que mesmo que se atinja essa taxa nacional de 4% de pobreza absoluta, enquanto a região Sul deva ter eliminado esta condição, "a região Nordeste poderá registrar ainda quase 28% de sua população na condição de pobreza absoluta[25]. Evidenciando-se, portanto, o caráter desigual com que se daria a diminuição generalizada das taxas de pobreza absoluta e extrema entre os estados e grandes regiões geográficas.

É exatamente esta condição inerente a cada local e específica do modo de vida e de sobrevivência dos agrupamentos populacionais que, a meu ver, precisa ser levado em consideração na definição das políticas públicas dirigidas ao combate à pobreza e à desigualdade social. Com grande facilidade, pode-se afirmar, hoje, que nas últimas décadas, tem se ampliado bastante a rede de proteção social, através da criação ou da ampliação de políticas e programas dirigidos para diferentes aspectos da melhoria das condições sociais da população. Chega-se a anunciar o rompimento do

> paradigma de décadas onde as políticas sociais trariam prejuízos econômicos, e vice-versa, numa falsa dicotomia entre desenvolvimento econômico e desenvolvimento social". [Assim afirma Del Grossi, porque, para ele] "enquanto se ampliavam os gastos na agenda social, estas po-

23 O Ipea toma como referência o período 1995-2008 por considerar que esse é "o período recente de estabilidade monetária". Ressalva, contudo, que o período de 2003 a 2008 é, "estatisticamente, o que registrou a mais intensa redução da pobreza absoluta e extrema" (IPEA, 2010, p. 11).

24 IPEA, 2010, p. 11.

25 IPEA, 2010, p. 13.

> líticas geraram um novo dinamismo econômico, decorrente da inclusão de milhões de pessoas no mercado de consumo[26]".

A minha ideia nesse momento é chamar atenção, a partir dessas colocações iniciais, para as políticas públicas dirigidas especificamente ao mundo rural, buscando entender as reais possibilidades dessas políticas de, efetivamente, beneficiarem os grupos sociais para os quais são dirigidas. Ou seja, até que ponto as políticas públicas de inserção social dirigidas ao meio rural têm beneficiado e/ou estimulado iniciativas e práticas produtivas das famílias ali residentes, ou ainda, de que forma essas políticas poderiam ser qualificadas e/ou ajustadas para melhor atender aos beneficiários. Mas, não através de um estudo de avaliação de cada política, no sentido da sua adequação, da eficiência do seu arranjo institucional ou ainda da eficiência da sua formulação. Eu gostaria de chamar atenção para aspectos inerentes às especificidades do meio rural e, no nível macroeconômico, para a forma como o setor da produção agropecuária e as políticas de desenvolvimento rural são tratados no modelo hegemônico de expansão primário-exportadora da economia.

Esse redirecionamento do foco da análise prende-se ao fato de também acreditar que houve uma grande ampliação da rede de proteção social nas últimas décadas, com ênfase para os oito anos do Governo Lula, e de que as análises sobre a eficiência das políticas públicas contra a pobreza e a desigualdade social deverão se centrar para além das reivindicações de políticas, do aporte de recursos ou até mesmo da participação na gestão das mesmas.

Contudo, é bom enfatizar que, apesar da constatação de que existe um grande elenco de políticas contra a pobreza e a desigualdade social, voltadas para o meio rural, não se pode desconhecer que essas políticas têm um alcance ainda muito limitado e que seus resultados são, no mínimo, lentos e conflituosos. Nesse sentido, relembro os dados iniciais do Ipea sobre a previsão de erradicação da miséria e redução para 4% da taxa nacional da pobreza absoluta, enquanto na região Nordeste prevaleceria ainda o índice de 28% de pobreza absoluta.

Lembraria também que, recentemente, o Relator Especial das Nações Unidas sobre o direito à alimentação, Olivier De Schutter[27], após missão no

26 DEL GROSSI, M. E. Assessment of social inclusion policy in rural áreas – trasformation though family allowance policy and public policy for family farming. Paper presented at the INTERNACIONAL CONFERENCE DYNAMICA OF RURAL TRANFORMATIONS IN EMERGING ECONOMICS, New Delhi, 14 a 16 de abril de 2009, p. 1. **Anais…**, Nova Delhi, 2009.

27 Para mais detalhes sobre o relatório *Mission to Brazil* acesse: <http://ap.ohchr.org/

Brasil para avaliar o progresso do Estado Brasileiro na realização do direito à alimentação, enalteceu o esforço empreendido no País nos últimos anos para combater a pobreza, enfatizando como resultado concreto a redução de 73% na desnutrição infantil entre 2002 e 2008. Contudo, mesmo assegurando que havia mais razões para elogiar, chamou a atenção para persistência de insegurança alimentar em "37.5% dos lares brasileiros, cifra inaceitável para uma nação rica como o Brasil", disse o relator.

O que estou querendo enfatizar é que existem aspectos mais gerais das políticas que tendem a se comportar como complicadores na hora da efetivação das mesmas. Nesse sentido, como me propus a analisar, destaco, inicialmente, aqueles inerentes às especificidades do meio rural.

Nos limites deste tópico, abordarei este aspecto apenas através da avaliação de uma experiência de trabalho exercido junto à efetivação de uma das atuais políticas de Desenvolvimento Rural, o Programa Territórios da Cidadania. Este programa, que foi alardeado como a estratégia de desenvolvimento territorial sustentável, por se basear na elaboração de planos territoriais desenvolvidos nos territórios com a participação da sociedade civil e possibilitar a integração das ações dos três níveis de governo, apresenta algumas deficiências para além desses aspectos.

Tomaria como central nesta discussão a dificuldade dessa política de romper com o corte setorial rural-urbano para assumir a abordagem territorial na sua plenitude, o que traz inúmeras dificuldades para a própria concepção do que é rural. Segundo o Arilson Favareto[28], é preciso romper com a velha visão de desenvolvimento rural "que toma a dinâmica responsável pelas feições e tendências desses espaços como meramente resultante da atividade agrícola e dos conflitos agrários" [...] Para o autor, é necessário "adotar uma definição de rural que não seja, de partida, restrita ao agrícola e ao agrário".

Ora, na atual conjuntura em que são empreendidas releituras das diferentes relações nos espaços rurais/urbanos decorrentes, principalmente, das transformações porque vêm passando esses espaços pós "modernização da agricultura", é mister que se privilegiem as novas conformações das relações de ocupação e trabalho que passam a ser assumidas pelas famílias rurais.

documents/dpage _e.aspx?m=101>.

28 FAVARETO, A. As tentativas de adoção da abordagem territorial do desenvolvimento rural – lições para uma nova geração de Políticas Públicas. **Raízes**, Campina Grande, v. 28, ns.1 e 2 e v. 29, n. 1, p. 52-62, p. 58-59, jan.2009 a jun. 2010.

A partir das pesquisas do Projeto Rurbano[29], desde 1995, temos procurado mostrar o embricamento com que pessoas da PEA rural tem se envolvido com ocupações não agrícolas e vice-versa. Através da utilização dos dados das PNADs evidenciou-se que, a partir dos anos 1990, há uma tendência crescente de famílias rurais terem algum de seus membros cuja ocupação principal ou secundária seja uma atividade não agrícola, gerando o fenômeno da pluriatividade.

Lembraria neste sentido que em recente trabalho que realizamos sobre a evolução da pobreza nas famílias rurais da região Nordeste entre os anos 2003-2009, constatamos que entre as famílias rurais pluriativas as taxas de redução da pobreza foram sempre maiores, comparativamente às mesmas taxas entre as famílias rurais agrícolas e as não agrícolas.

Embora se esteja falando em Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável – os famosos PTDRS, não se pode perder a visão global do município e/ou território composta das suas dimensões rural e urbana. A realidade dos municípios, por menores que eles sejam, é cada vez mais percebida como uma realidade multifacetária e isso implica e decorre do rompimento dos seus limites rural-urbano. Nesse sentido, torna-se hoje cada vez mais difícil pensar essas duas dimensões de forma polarizada. Elas se explicitam na realidade de forma tão imbricada que já não se tem mais dúvida que qualquer estratégia de desenvolvimento que se dirija a uma dessas dimensões, obrigatoriamente se complementará na outra dimensão. Essa postura certamente sensibilizará e trará para as discussões dos PTDRS representações dos setores e instâncias rurais e urbanas, indistintamente.

O que mais engessa a superação dessa limitação, segundo o mesmo Favareto[30], é a resistência das "velhas" instituições em assumir a abordagem territorial, pois

> Isso só vai ocorrer se forem criados novos e robustos incentivos, consistentes e inovadoras instituições voltadas ao desenvolvimento rural baseado nesta nova visão. [...] será preciso reformar profundamente as

29 Para maior aprofundamento deste assunto vide, em outras, a vasta produção do Projeto Urbano, disponível no site: <http://www.eco.unicamp.br/pesquisa/NEA/pesquisas/rurbano/>. Comunica-se também que o auto deste projeto é membro ativo (Coordenador Regional NE) do Projeto Rurbano, tendo sido responsável por parte significativa da produção regional no âmbito daquele projeto.

30 Idem, p. 59-61.

organizações, os serviços e as formas de incentivo para o desenvolvimento rural sustentável.

E por fim, em um enfoque macroeconômico, gostaria de tecer alguns comentários a respeito da forma como o setor da produção agropecuária e as políticas de desenvolvimento rural são tratados no modelo hegemônico de Expansão Primário-Exportadora da Economia e como isso tende a se refletir na agenda das políticas para os próximos anos.

Começaria por enfatizar a necessidade de se avaliar os méritos da adoção do atual modelo exportador de *commodities* agrícolas que privilegia a expansão da produção de monoculturas de soja e do etanol de cana-de-açúcar ou dos agrocombustíveis em geral. Pairam muitas dúvidas sobre os benefícios desse modelo para os demais produtores que estão à margem dessa linha de produção, com especial destaque para os grupos majoritários de produtores agrícolas de base familiar e pobres urbanos, com ênfase para a realidade da produção agrícola nordestina.

Com muito alarde, o setor primário do Brasil se apresenta hoje como a promessa de prover de etanol as frotas automobilísticas do mundo, de exportar ração e carnes diversas (bovina, suína e aves) e de subsidiar a expansão asiática com matéria prima mineral. Entretanto, esta opção explícita pelo fomento às atividades primário-exportadoras da economia nacional vem se realizando a custa de elevados índices de concentração da terra (índice de Gini passa de 0,856/1996 para 0,854/2006), elevados custos sociais, principalmente no campo do emprego agrícola, onde se generaliza um processo de precarização do trabalho e, no limite, a proliferação de trabalho escravo, além de circunstanciais danos ao patrimônio ambiental nacional.

A adoção desse modelo, que o pesquisador do Ipea Guilherme Delgado[31], com muita propriedade, chama de "pacto do agronegócio" – opção técnica modernizante no campo sem reforma –, é responsável pela concentração de parcela considerável do financiamento oficial para agricultura em apenas 1% de empresas agroindustriais (cerca de 47 mil grandes propriedades), em detrimento de um maior apoio a setores da agricultura de base familiar que, além de serem responsáveis por cerca de 40% do valor da produção agrícola global, contribuem mais para a criação de empregos e para o valor da produção agrícola nacional. Isso sem falar na total desconsideração do enorme potencial de exploração de práticas agroecológicas

31 DELGADO, G. C. **A questão agrária no Brasil, 1950-2003**. Brasília: Ipea, 2005, Cap. 2, p. 51-90.

inovadoras que vêm se ampliando em inúmeras experiências alternativas, inclusive em áreas reformadas de projetos de assentamento. Segundo Delgado, esse arranjo conservador se apoia no poder econômico do agronegócio, que se viabiliza pela forte representação política no Congresso Nacional, encastelada na famosa bancada ruralista.

Nesse sentido, gostaria de lembrar que, na divulgação dos resultados das últimas eleições para Presidente, em 31 de outubro de 2010, que teve como resultado a eleição da Presidenta Dilma Roussef, um dos grandes canais de televisão nacional montou dois estúdios para analistas comentarem os resultados das urnas. Um desses estúdios ficou à disposição de cientistas políticos do eixo Rio-São Paulo (PUCs, USP, UFRJ, Unicamp) e o outro foi ocupado por representantes da classe empresarial e/ou política do agronegócio. A estes representantes era dada a missão de dizerem o que a nova presidenta representava para o setor ou o que o setor tinha a exigir ou apresentar para a construção da nova agenda de desenvolvimento nacional. Minha admiração não se prende ao fato de segmentos do setor produtivo rural assumirem a posição de elite econômica nacional; isso pautou sempre nosso passado histórico que começou no modelo primário-exportador, com posição sempre destacada nos outros momentos quer da substituição de importação ou diferentes etapas da industrialização. O que surpreende é a posição hegemônica assumida com o destronamento dos tradicionais setores industriais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, T. B. **Nordeste, Nordestes: que Nordeste?** São Paulo: Fundap/Unesp, 1995.

BNB. BANCO DO NORDESTE. **Documento básico do projeto polos de desenvolvimento integrado do Nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1997.

DELGADO, G. C. **A questão agrária no Brasil, 1950-2003.** Brasília: Ipea, 2005.

FURTADO, C. Os desafios da nova geração. **Revista de Economia Política**, v. 24, n. 4, p. 483-486, out./dez. 2004.

DEL GROSSI, M. E. Assessment of social inclusion policy in rural áreas

– trasformation though family allowance policy and public policy for family farming. Paper presented at the INTERNACIONAL CONFERENCE DYNAMICA OF RURAL TRANFORMATIONS IN EMERGING ECONOMICS, New Delhi, 14 a 16 de abril de 2009, p. 1. **Anais…**, Nova Delhi, 2009.

FAVARETO, A. As tentativas de adoção da abordagem territorial do desenvolvimento rural – lições para uma nova geração de Políticas Públicas. **Raízes**, Campina Grande, v. 28, ns.1 e 2 e v. 29, n. 1, p. 52-62, p. 58-59, jan.2009 a jun. 2010.

GOMES DA SILVA, A. **Trabalho e tecnologia na produção de frutas irrigadas no Rio Grande do Norte**. Recife: Universitária, 1999.

GOMES DA SILVA, A. Meio rural: o espaço da exclusão? In: VALENÇA, M.; *GOMES*, R. **Globalização e Desigualdade**. Natal: A. S. Editores, 2002.

GOMES DA SILVA, A. A gestão participativa nas políticas públicas: a experiência do programa fome zero no semiárido nordestino. **Cronos**, Natal-RN, v. 7, n. 1, p. 39-51, jan./jun, 2006.

GOMES, G. M. **Velhas secas em novos sertões** - Continuidade e mudanças na economia do semiárido e dos cerrados nordestinos. Brasília: Ipea, 2001.

GONH, M. da G. Conselhos gestores e participação sociopolítica. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2007.

GRAZIANO DA SILVA, J. O novo rural brasileiro. Col. Pesquisa, 1. 2.ed. Campinas: Unicamp, IE, 1999.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA Comunicados do Ipea, nº 58. **Dimensão, evolução e projeção da pobreza por região e por estado no Brasil**. Brasília: Ipea, 13 de julho de 2010.

MATOS FILHO, J. **Descentralização das políticas de desenvolvimento rural**: uma análise da experiência do Rio Grande do Norte. São Paulo: Campinas, 2002, p. 1.

ORTEGA, A. C. **Territórios deprimidos**: desafios para as políticas de desenvolvimento rural. Campinas, SP: Editora Alinéa/Edufu, 2008.

SABOURIN, E. Construção da ação coletiva nos sindicatos rurais brasileiros: aspectos comparativos. **Raízes**, **Revista de Ciências Sociais e**

Econômicas, v. 21, n. 1, p. 72-80, 2002.

SCHNEIDER, S. Tendências e temas dos estudos sobre desenvolvimento rural no Brasil. Versão Ampliada. Trabalho apresentado no Congresso Europeu de Sociologia Rural. Wageningen, Holanda, 20-24 agosto, 2007 **Anais...**, 2007.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3(119), p. 511-532, p.514-517, jul./set. 2010.

SILVA, R. M. A. Dilemas da gestão participativa do desenvolvimento local em Serra do Mel – RN. Recife: UFPE, 1999.

WANDERLEY, M. de N. B. O "lugar" dos rurais: o meio rural no Brasil moderno. XXXV Congresso da Sober. **Anais...**, 1997.

WANDERLEY, M. N.. Territorialidade e ruralidade no Nordeste; por um pacto social pelo desenvolvimento rural. In: **Planejamento e Desenvolvimento dos Territórios Rurais**: conceitos, controvérsias e experiências. Brasília, Embrapa, 2002.

Capítulo 5

Mudanças climáticas e desertificação

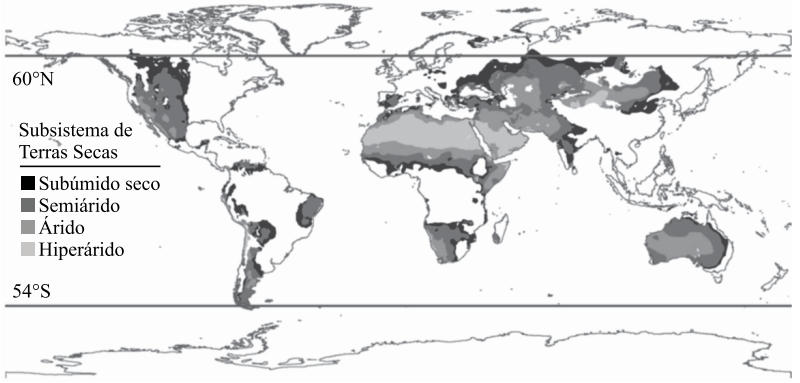
Luciano José de Oliveira Accioly
Ademar Barros da Silva *(In memoriam)*
Francislene Angelotti
Iêdo Bezerra Sá
Eduardo Alves da Silva
Amanda Germano de Souza Pereira

1 INTRODUÇÃO

A Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação conceitua a desertificação como o "processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diferentes fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas" (ONU, 2011). Estão ligados a essa conceituação as degradações do solo, da fauna, da flora e dos recursos hídricos em estágio avançado ou não.

Em conjunto as regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas cobrem cerca de 41% da das terras do planeta (Tabela 1) e são conhecidas como "terras secas". A distribuição das terras secas no mundo é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Distribuição mundial das terras secas.



Fonte: adaptado de Mortimore (2009) e UNEP (1992).

Tabela 1 – Algumas características das terras secas do planeta.

Subtipo	Proporção das terras do Planeta (%)	Proporção da população global (%)	Proporção da área usada para o pastoreio (%)	Proporção de áreas cultivadas (%)	Outros usos (%)
Hiperárido	6,6	1,7	97	0,6	3
Árido	10,6	4,1	87	7	6
Semiárido	15,2	14,4	54	35	10
Subúmido Seco	8,7	15,3	34	47	20
Total	41,3	35,5	65	25	10

Fonte: Mortimore (2009).
Notas: Inclui áreas urbanas. O índice de aridez é a razão da precipitação pela evapotranspiração.

Observa-se que as terras secas ocorrem em países desenvolvidos e subdesenvolvidos de todos os continentes com exceção da Antártida (Figura 1). No entanto, a preocupação maior com a desertificação está nos seus impactos nos países pobres. Nesses países, a população estimada, atingida pelo problema, é de mais de dois bilhões de habitantes, a maioria deles com renda mensal abaixo da linha de pobreza (aproximadamente 60 dólares). Muitos desses países dependem da produção de alimentos nessas terras.

Esse é o caso de vários países da região semiárida do Sahel no continente africano. Daí a ênfase que tem sido dada à desertificação nesse continente.

2 HISTÓRICO

O mundo despertou para o problema da desertificação nas décadas de 1960 e 1970 quando a fome tomou conta dos países africanos localizados na região do Sahel. Resultou daí a primeira iniciativa para o enfrentamento conjunto do problema: a Conferência das Nações Unidas sobre desertificação realizada em Nairobi (Quênia), em 1977.

Após a Conferência de Nairobi, a comunidade científica mundial passou a dedicar mais atenção ao tema. Trabalhos clássicos que servem de referência até hoje, como por exemplo, o livro *Desertification of aridlands* (Dregne, 1983), foram produzidos alguns anos depois daquela conferência. Datam dessa época também, os primeiros trabalhos publicados no Brasil pelo Professor Vasconcelos Sobrinho (Vasconcelos Sobrinho, 1982).

Em 1992, como resultado da Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (MANEJO..., 1992) foi elaborada a Agenda 21, que dedica o Capítulo 12 ao tema "Manejo dos Ecossistemas Frágeis com ênfase ao Combate à Desertificação e à Seca", envolvendo assuntos relacionados com as seguintes áreas programáticas: a) fortalecimento da base de conhecimento e desenvolvimento de sistema de monitoramento para as regiões sujeitas à desertificação e secas (inclui aspectos econômicos e sociais desses ecossistemas); b) combate à degradação das terras; c) desenvolvimento e fortalecimento de programas integrados para erradicação da pobreza e promoção de atividades alternativas que garantam a qualidade de vida das populações que vivem em áreas sujeitas à desertificação; d) desenvolvimento de programas de combate à desertificação integrados aos planos nacionais de desenvolvimento econômico e de sustentabilidade ambiental; e) desenvolvimento de programas de alerta precoce e de atendimento às vítimas das secas, incluindo refugiados dessas catástrofes; f) incentivo e promoção da participação popular e da educação ambiental focada no controle da desertificação e no manejo dos efeitos da seca.

Após a Rio 92, os trabalhos sobre desertificação se intensificaram em todo mundo. Levantamento bibliográfico realizado pelo REDESERT (1998) indica que foram produzidos, no Brasil, apenas 66 trabalhos até o ano da conferência. Atualmente, uma pesquisa, em qualquer buscador da

Internet, utilizando como palavras chaves "desertificação e Brasil" remete a milhares de entradas. De fato, foi após 1992 que o problema da desertificação ganhou repercussão nacional e foi incorporado à programação de vários órgãos públicos e privados.

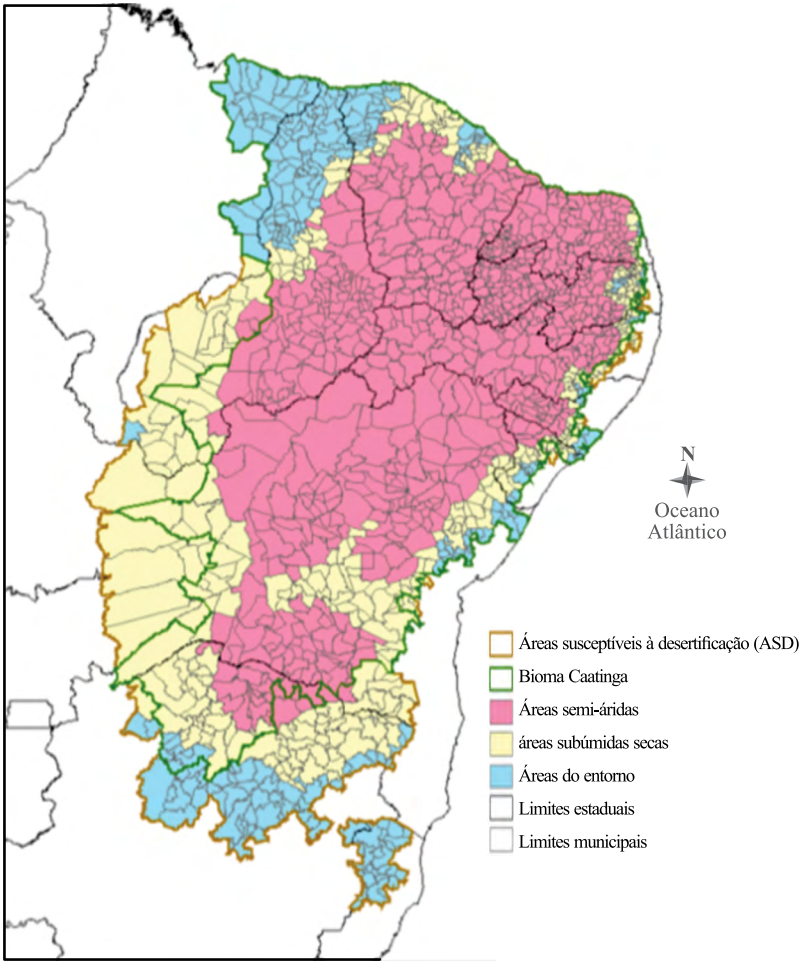
Em 17 de junho de 1994, foi concluída e estabelecida a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação – CCD, que passou a vigorar a partir de 1996, quando foi assinada pelo quinquagésimo país. A partir de então, essa data passou a ser considerada dia mundial de luta contra a desertificação. Em outubro de 1994, o Brasil aderiu, formalmente, à essa Convenção. Entre 1994 e 1998, foi produzido o primeiro mapa com cobertura total da ocorrência da desertificação no Brasil e estabelecida a estratégia para elaboração do Plano Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN).

Concluído em 2004, o PAN Brasil apresenta os rumos para a implantação de ações articuladas no controle e no combate à desertificação, bem como, para a ampliação dos acordos sociais envolvendo os mais diversos segmentos da sociedade e tem suas premissas calcadas no paradigma do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2004). Seus eixos temáticos são: 1) combate à pobreza e desigualdade; 2) ampliação sustentável da capacidade produtiva; 3) preservação, conservação e manejo sustentável de recursos naturais; e 4) gestão democrática e fortalecimento institucional.

3 ÁREAS VULNERÁVEIS

As áreas vulneráveis no Brasil foram nomeadas pelo PAN como áreas susceptíveis à desertificação (ASDs) (Figura 2). O PAN apresenta os critérios utilizados para caracterizar as ASDs. Dessa forma, as ASDs incluem, além das áreas contextualizadas na definição de desertificação as áreas do "entorno". As áreas do entorno não possuem clima semiárido ou subúmido seco, mas vêm sofrendo com ocorrência de secas que, segundo o PAN-Brasil, seriam uma prova da expansão da degradação ambiental semelhante à desertificação. As ASDs cobrem cerca de 1.340.000 km^2, assim distribuídas: 710.437,3 km^2 de áreas semiáridas; 420.258,8 km^2 de áreas subúmidas secas e; 207.380 km^2 de áreas do entorno. Compõem as ASDs 1.488 municípios dos nove Estados do Nordeste, norte de Minas Gerais e norte do Espírito Santo.

Figura 2 – Áreas susceptíveis à desertificação (ASD) no Brasil.

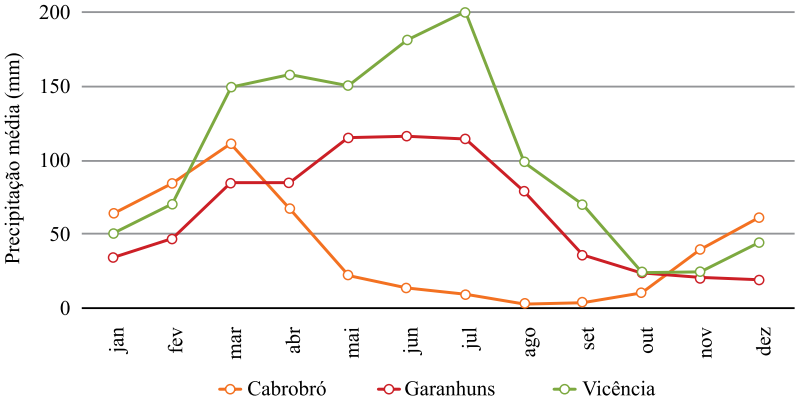


Fonte: BRASIL (2004).

Com a inclusão das áreas do entorno, as áreas vulneráveis à desertificação no Brasil aumentaram em mais de 10% ou o equivalente a mais de duas vezes a área do Estado de Pernambuco. Com essa expansão, as ASDs passaram a ter características de clima, solo e vegetação bem distintas. Considerando apenas o fator clima, a Figura 3 apresenta a diversidade

encontrada nas ASDs, usando como exemplo a precipitação média mensal dos municípios de Cabrobó, Garanhuns e Vicência como representantes do Estado de Pernambuco das regiões semiárida, subúmida seca e do entorno, respectivamente.

Figura 3 – Distribuição das chuvas em três exemplos de municípios das ASDs.



Fonte: BRASIL (2004).

4 CAUSAS

Os eixos do PAN que, como esperado, acompanham as prioridades da Agenda 21, evidenciam que, longe de ser um problema apenas ambiental, a desertificação tem fortes componentes sociais e econômicos. De fato, os indicadores sociais e econômicos do Nordeste ainda evidenciam grandes distorções entre essa região e as demais regiões do País (Tabela 2).

Na área agrícola, o Nordeste possui 2.187.295 pequenas propriedades, o que representa, virtualmente, metade das pequenas propriedades existentes no Brasil (IBGE, 2007). Nelas são produzidas cerca de 87% da produção de mandioca e 67% da produção de leite de cabra do País (IBGE, 2007). A Tabela 3 apresenta uma comparação entre algumas características, avaliadas nos censos agropecuários de 1996 e 2006, da pequena agricultura nordestina com a das demais regiões do Brasil. Nota-se que, apesar do aumento de 32 para 33% na contribuição da área da pequena agricultura em

relação às propriedades de médio e grande porte houve redução na área média de 17 ha para 16 ha, o que representa uma redução de 6% em 10 anos.

Boa parte das pequenas propriedades do Nordeste está localizada nas ASDs estando, portanto, sob o risco da desertificação ou, de alguma forma, já atingidas por esse processo. Assim, com uma área média de 16 ha (Tabela 3) e sob condições desfavoráveis de clima e solo é, praticamente, inevitável que a pressão sobre a terra resulte, ao longo do tempo, em degradação acentuada em um número cada vez maior de pequenas propriedades.

Tabela 2 – Distribuição de alguns indicadores por região em relação ao Brasil.

Região	Rendimento		Saúde		Educação	
	RMM (1) (R$)	RFPC ½ (2) (%)	EVN (3) (anos)	DRSAI (4)	TAlb (5) (%)	Esc (6) (anos)
Brasil	1.019	22,8	73,0	308,7	90,0	7,0
Norte	795	32,6	71,9	654,1	89,3	6,6
Nordeste	665	41,5	70,1	521,2	80,6	5,7
Sudeste	1.182	13,9	74,3	126,0	94,2	7,7
Sul	1.162	13,0	75,0	225,0	95,0	7,5
Centro-Oeste	1.248	18,3	74,0	341,4	91,8	7,0

Fonte: IBGE (2010).

Notas: (1) Rendimento médio mensal nominal, em 2008, das pessoas de 10 anos ou mais de idade; (2) Distribuição das famílias, em 2008, com rendimento mensal *per capita* de até ½ salário mínimo; (3) Esperança de vida ao nascer em 2008; (4) Internações hospitalares, entre 1993 e 2008, por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) por 100 mil habitantes; (5) Taxa de alfabetização das pessoas de 15 anos ou mais de idade; (6) Média de anos de estudo das pessoas de 25 anos ou mais de idade.

Outro aspecto importante nas ASDs é o fato de a maioria dos municípios dessas áreas não possuir Conselhos de Meio Ambiente. Uma pesquisa sobre o assunto em municípios dos núcleos de desertificação de Cabrobó, Gilbués, Seridó e Irauçuba mostrou que apenas um dos municípios desses núcleos (Sobral) tem Conselho de Meio Ambiente, porém sem o aporte de recursos financeiros.

Tabela 3 – Evolução de algumas características das pequenas propriedades brasileiras por região entre os censos agropecuários de 1996 (colunas 95/96) e 2006.

Região	Estabelecimentos (%)		Área (%)		VBP (%)		Área Média (ha)	
	2006	95/96	2006	95/96	2006	95/96	2006	95/96
Nordeste	50	50	33	32	26	17	16	17
Centro-Oeste	5	4	14	13	6	6	62	84
Norte	9	9	21	20	7	7	53	57
Sudeste	16	15	15	17	20	22	22	30
Sul	20	22	17	18	41	47	20	21
Brasil	100	100	100	100	100	100	24	26

VBP - Valor Bruto da Produção
Fonte: França et al. (2009).

Além das causas socioeconômicas, exemplificadas anteriormente, existem as causas associadas ao manejo inadequado dos recursos naturais e das terras utilizadas para a agropecuária. Entre as atividades cujo manejo inadequado podem levar à desertificação estão: a) extrativismo vegetal; b) extrativismo mineral; c) pastoreio; d) agricultura.

O extrativismo vegetal compreende a remoção da lenha e de madeira de espécies da caatinga feitas de forma indiscriminada e, por vezes, seguida da queima da parte não aproveitável. A queima, normalmente, é feita pouco antes do início das chuvas. Quando essas chuvas chegam encontram o solo sem proteção vegetal e provocam grandes perdas de solo, nutrientes e água. A degradação dos solos que ocorre após a retirada da mata nativa causa forte impacto sobre o potencial lenheiro das florestas de caatinga secundárias. Costa et al. (2002) estudaram o impacto da desertificação na produção de lenha e de fitomassa aérea na vegetação de caatinga de uma área piloto do Seridó (RN). Eles encontraram que a produção de fitomassa aérea em áreas de caatinga densa "preservada" podia ser 10 vezes superior àquela encontrada nas áreas degradadas.

A atividade agrícola dependente de chuva nas ASDs, se resume, em geral, ao plantio de milho, feijão e mandioca. No que se refere ao uso de práticas de manejo e conservação de solos visando à redução da erosão, nem mesmo as mais simples, como o plantio em contorno, são utilizadas, levando as terras à degradação.

De acordo com Polidoro et al. (2016), o desconhecimento sobre o recurso solo e sobre suas potencialidades e distribuição geográfica dificulta a racionalização de seu uso, o que contribui para o desperdício de insumos agrícolas, principalmente da água de irrigação, e se constitui em fator impeditivo para aumento da produção agrícola sustentável. A falta de informação e de atenção para com esse recurso concorre para o estabelecimento de processos de degradação das terras, como erosão, desertificação, contaminação, compactação, impermeabilização, potencialização de desastres naturais, emissão excessiva de gases de efeito estufa, entre outros.

De acordo com dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations/Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a cada ano se perdem mais de 20 bilhões de toneladas de solos no mundo devido à erosão, o que equivale a mais de três toneladas de solo por pessoa (MONTANARELLA et al., 2015). É importante considerar que o solo não é um recurso renovável na escala de vida humana, cada centímetro de solo pode levar centenas de anos para se formar. Justifica-se, portanto, a necessidade de estabelecimento de leis e adoção de estratégias que protejam e garantam seu uso e manejo sustentáveis.

A Tabela 4 apresenta as perdas de solos encontradas, por vários autores, em áreas do semiárido de acordo com a cobertura vegetal. Observa-se que as perdas anuais de um solo descoberto como, por exemplo, um Luvissolo, chegam a ser 600 vezes maior do que quando esse mesmo solo se encontra com cobertura de caatinga. Destaca-se, também, as perdas de solo na cultura do algodão. Essa cultura foi uma das mais exploradas até a chegada da praga do bicudo (*Anthonomus grandis*) na década de 1980. Em regiões como o Seridó do Rio Grande do Norte e da Paraíba, o manejo inadequado da cultura do algodoeiro foi uma das principais causas da degradação que levou à desertificação de extensas áreas.

Tabela 4 – Perdas de solo, segundo diversos autores, de acordo com a classe de solo e o tipo de cobertura.

Cobertura	Classe de solo	Local (Estado)	Perdasde solo (t/ha/ano)	Autor (ano)
Descoberto	Argissolo Vermelho- Amarelo	Glória de Goitá (PE)	59,9	Margolis e Campos Filho (1981)
	Luvissolo	Sumé (PB)	61,7	Albuquerque et al. (2002)
	Luvissolo	Sumé (PB)	47,7	Albuquerque et al. (2002)
	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	29,1	Margolis et al. (1985)
Caatinga	Luvissolo	Sumé (PB)	0,1	Albuquerque et al. (2002)
Mandioca	Argissolo Vermelho-Amarelo	Glória de Goitá (PE)	11,0	Margolis e Campos Filho (1981)
Algodão	Argissolo Vermelho- Amarelo	Glória de Goitá (PE)	8,3	Margolis e Campos Filho (1981)
	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	10,9	
Milho	Argissolo Vermelho-Amarelo	Glória de Goitá (PE)	3,0	Margolis e Campos Filho (1981)
	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	5,9	Margolis et al. (1985)
Capim colonião	Argissolo Vermelho-Amarelo	Glória de Goitá (PE)	0,4	Margolis e Campos Filho (1981)
Palma	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	1,9	Margolis et al. (1985)
Mamona	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	4,0	Margolis et al. (1985)
Milho e feijão (consórcio)	Neossolo Litólico	Caruaru (PE)	4,0	Margolis et al. (1985)

Fonte: elaborada pelos autores.

5 MEDINDO A DESERTIFICAÇÃO NAS ASDS

A intensidade da desertificação nas ASDs tem sido avaliada por vários autores, em diferentes épocas e utilizando diferentes variáveis indicadoras do problema, conduzindo à produção de mapas divergentes conforme revisado por Oliveira-Galvão e Saito (2003). Os quantitativos de alguns desses mapas podem ser vistos na Tabela 5. As variáveis indicadoras utilizadas por alguns autores são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 5 – Área afetada (km^2) por diferentes níveis de degradação segundo diversos autores.

Nível da Degradação	Ferreira et al. (1994)	Sá et al. (1994)	Santana (1998)
Muito grave	52.425	118.667	98.595
Grave	247.831	31.616	81.869
Moderada	365.285	21.841	393.897
Área total afetada	665.543	172.124	574.361

Fonte: elaborada pelos autores.

Sá et al. (1994) consideraram a área definida pelos limites da isoieta de precipitação igual a 500 mm (cerca de 309.000 km^2) para obter o mapa contendo uma "escala dos processos de degradação ambiental", com base na classificação dos solos apresentada por Silva et al. (1993) na sensibilidade à erosão, no relevo e no tempo de ocupação (Tabela 6). Ao limitar a área àquela da isoieta de 500 mm, Sá et al. (1994) não consideraram as demais áreas de clima semiárido e as de clima subúmido incluídas no texto da UNCCD. Desta forma, um dos núcleos de desertificação (Gilbués no Piaui) ficou fora do mapa produzido por Sá et al.(1994).

Um outro ponto importante no trabalho de Sá et al. (1994) é que a predominância dos Luvissolos para a área delimitada justifica a maior ocorrência da classe de degradação "muito grave" (Tabela 5). Esses autores também associaram, de alguma forma, o tipo de cultura com o nível de degradação ambiental. Assim, as áreas com cultivo de algodão, cujo tempo de ocupação foi considerado longo, apresentaram níveis severos de degradação. De fato, vários estudos demonstram que nas áreas cultivadas com algodão a perda de solos por erosão laminar hídrica são as maiores quando comparadas a da maioria das culturas usadas no semiárido nordestino (Ta-

bela 4). O trabalho de Sá et al. (1994) foi estendido para as demais áreas do semiárido por Riché et al. (1994). Esses autores fizeram uma análise do nível de degradação para todos os municípios dessa região sem observar o limite da isoieta de 500 mm utilizado por Sá et al. (1994).

Tabela 6 – Indicadores utilizados pelos autores dos dados da Tabela 5 e por Lemos (1995).

Ferreira et al. (1994)	Sá et al. (1994)	Lemos (1995)	Santana (1998)
Densidade demográfica, Sistema fundiário, Mineração, Qualidade da água, Salinização, Tempo de ocupação, Mecanização, Estagnação econômica, Pecuarização, Erosão, Perda de fertilidade, Área de preservação, Defensivos agrícolas, Área agrícola, Bovinocultura, Carprinocultura, Ovinocultura, Evolução demográfica, Susceptibilidade à erosão	Precipitação, Classe de solo, Relevo, Sensibilidade à erosão, Tempo de ocupação	Evolução da cobertura vegetal, Evolução da produtividade do feijão, Evolução da produtividade do milho, Evolução da capacidade suporte das pastagens, Cobertura vegetal em 1985	Índice de aridez, Antropismo

Fonte: elaborada pelos autores.

Os dados de Santana (1998) (Tabela 5) são os dados oficiais do governo brasileiro divulgados no site do Ministério do Meio Ambiente e consideraram apenas dois indicadores: o índice de aridez e o grau de antropismo (Tabela 6).

Lemos (1995) estudou a desertificação com base nos indicadores apresentados na Tabela 6 e que estão relacionados à produtividade e à resiliência das terras de 839 municípios do semiárido nordestino. Nesse trabalho, os indicadores de mudanças (Tabela 6) envolvem a evolução no período de 1975 a 1985. Durante esse período, uma grande seca atingiu o semiárido favorecendo os estudos da resiliência das terras desses municípios. A estimativa de nível de degradação associada à erosão e à exposição do solo aos raios solares foi dada, indiretamente, pela variável "evolução da cobertura vegetal" que incluiu as classes: culturas permanentes; culturas temporárias e florestas (naturais e/ou plantadas). O estudo de Lemos (1995), no entanto, estimou apenas a área afetada (cerca de 160.000 km^2) e a população

afetada (4.000.000 de habitantes) à época em oito Estados do Nordeste. A área afetada encontrada por esse autor, contrasta substancialmente daquelas apresentadas por Ferreira et. al (1994) e Santana (1998) e apresentadas como Total na Tabela 5. A proximidade dos números encontrados por Sá et al. (1994) e Lemos (1995), no entanto, é mera coincidência pois os indicadores utilizados nesses dois trabalhos foram diferentes. As diferenças de indicadores levam a conclusões diferentes quando um mesmo município é avaliado em relação ao nível de degradação (Tabela 7).

As divergências entre áreas afetadas pela desertificação, entretanto, não se restringem aos diagnósticos brasileiros. Vários autores divergem quanto aos números globais da desertificação. Assim, a área afetada pode variar entre 10% e 70% das terras secas do mundo segundo Leper (2003) e Dregne e Chou (1992), respectivamente. No entanto, o trabalho mais citado é o do Programa das Nações Unidades para o Meio Ambiente (UNEP): "Avaliação Global da Degradação do Solo".

Tabela 7 – Estado da degradação do solo de municípios do Seridó (RN) segundo Sá et al. (1994) e Lemos (1994). As letras indicam: NE = Não Evidente; B = Baixo; M = Moderado; A = Acentuado; S = Severo

Município da região do Seridó (RN)	Sá et al. (1994)	Lemos (1994)
Acari	S, A, B	B
Caicó	S	B
Carnaúba dos Dantas	A, B	A
Cerro Corá	B	B
Cruzeta	S	NE
Currais Novos	A, B	M
Equador	A, B	B
Florânia	S	B
Ipueira	S	Não Relacionado
Jardim de Piranhas	S	B
Jardim do Seridó	S, B	M
Jucurutu	S, A	M
Lagoa Nova	B	NE

Município da região do Seridó (RN)	Sá et al. (1994)	Lemos (1994)
Ouro Branco	S	B
Parelhas	S, A, B	NE
Santana do Seridó	A	M
São Fernando	S	M
São João do Sabugi	S	M
São José do Seridó	S	NE
São Vicente	S	M
Serra Negra do Norte	A	B
Timbaúba dos Batistas	S	B

Fonte: elaborada pelos autores.

Apesar das divergências apresentadas por vários autores quanto à área afetada pelos vários níveis de degradação nas ASDs e sem considerar que o processo de desertificação, pelos indicadores apontados, é extremamente dinâmico, o mapa atualmente divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente data de 1998 (Santana, 1998). Dessa forma, a atualização dos diagnósticos de desertificação se faz necessária não apenas pelos quase 15 anos transcorridos do último diagnóstico, mas, sobretudo, pela existência de novas e mais consistentes estatísticas de indicadores socioeconômicos e demográficos e de inúmeros sensores remotos que permitem o imageamento mais detalhado das terras degradadas.

No Brasil, as áreas onde o problema da desertificação é mais acentuado são conhecidas por núcleos de desertificação. No Nordeste, são quatro núcleos de desertificação:

1) da Paraíba, abrangendo uma área de aproximadamente 2.341 km2, envolvendo vários municípios em torno do município de Parelhas.
2) Núcleo de Irauçuba no noroeste do estado do Ceará,abrangendo uma área de 4.000 km2 incluindo os municípios Núcleo do Seridó, localizado na região centro-sul do Rio Grande do Norte e centro-norte de Irauçuba, Forquilha e Sobral.
3) Núcleo de Gilbués no Piauí, com uma área aproximada de 6.131 km2,envolvendo os municípios de Gilbués e Monte Alegre.

4) Núcleo de Cabrobó, em Pernambuco, que totaliza uma área de 5.960 km2, abrangendo os municípios de Cabrobó, Belém de São Francisco e Floresta.

Os solos das classes Luvissolos, Neossolos Litólicos e Planossolos com cobertura vegetal de caatinga hiperxerófila dominam os núcleos de desertificação de Irauçuba, Cabrobó e Seridó. No núcleo de Gilbués dominam os solos das classes Latossolos, Neossolos Quartzarênicos e Argissolos sob vegetação do tipo campo-cerrado. A erosão hídrica responde pelas perdas de solo nos núcleos de desertificação de Irauçuba, Cabrobó e Seridó, enquanto que no núcleo de Gilbués, além dessa, a erosão eólica tem relevância nos meses de agosto a novembro. Além dos problemas de erosão comum a todos os núcleos, há a salinização dos solos. Uma análise mais detalhada dos solos que ocorrem nos núcleos de desertificação pode ser vista em Accioly (2000).

6 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO

Devido à enorme extensão (Figura 1), o uso das terras secas do mundo tem grande impacto sobre fenômenos globais como, por exemplo, as mudanças climáticas.

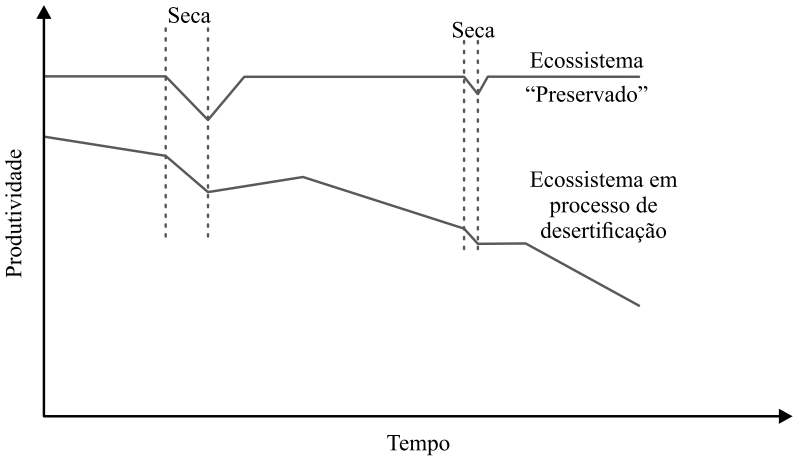
A interação das mudanças climáticas com a desertificação ocorre em diferentes escalas, mas pela sua complexidade é, ainda, pouco entendida. O clima influencia a desertificação pelos seus impactos sobre o solo, a vegetação, ciclo hidrológico e, sobretudo, pelas suas implicações no uso da terra. Observações de campo e a partir de sensores remotos evidenciaram variações espaciais e temporais de grandes proporções na biomassa da vegetação, em função das flutuações interanuais da precipitação (Tucker et al., 1991; Nicholson et al., 1990; Williams, 2011). Flutuações nos limites da região semiárida ao sul do deserto do Saara foram constatadas por Tucker et al. (1991) e atribuídas às variações na precipitação. Entre os anos de 1980 e 1984 a isoieta de 200 mm (tomada como o limite entre o deserto do Saara e a região semiárida do Sahel, na África) se deslocou 240 km para o sul do continente africano. As variações que ocorreram na década de 1980 nos limites dessa isoieta e registradas no trabalho, no entanto, fizeram esses autores concluírem que há necessidade de várias décadas de estudos

para uma conclusão definitiva sobre a expansão das áreas desertificadas no continente africano em função de mudanças climáticas.

A maior frequência de eventos extremos, como as secas, é uma das possibilidades apontadas pelos estudos sobre mudanças climáticas (Marengo, 2011). As secas afetam com maior intensidade os ecossistemas degradados (Figura 4). Observa-se na figura 4 que os ecossistemas preservados recuperam a sua produtividade biológica após a ocorrência de uma seca. Nos ecossistemas sob processo de desertificação há uma tendência à acentuação na taxa de redução da produtividade biológica com a ocorrência de secas.

A Figura 5 apresenta como processos que conduzem à desertificação (superexploração das terras, sobrepastejo e desmatamento) podem alterar o clima local através do aumento do albedo. Alterações no albedo provocado pela degradação das terras secas têm sido utilizadas como indicadoras de processos de desertificação por vários autores (Accioly, 2000; Accioly; Oliveira, 2004; Lopes et al., 2010). Como resultado da degradação das terras, Zhou et al. (2007) observaram diminuição no intervalo entre temperatura máxima diurna e temperatura mínima noturna ligados às reduções na cobertura vegetal e na emissividade dos solos na região semiárida do Sahel africano.

Figura 4 – Alterações na produtividade de ecossistemas preservados e em processo de desertificação em relação ao tempo e à ocorrência de secas.

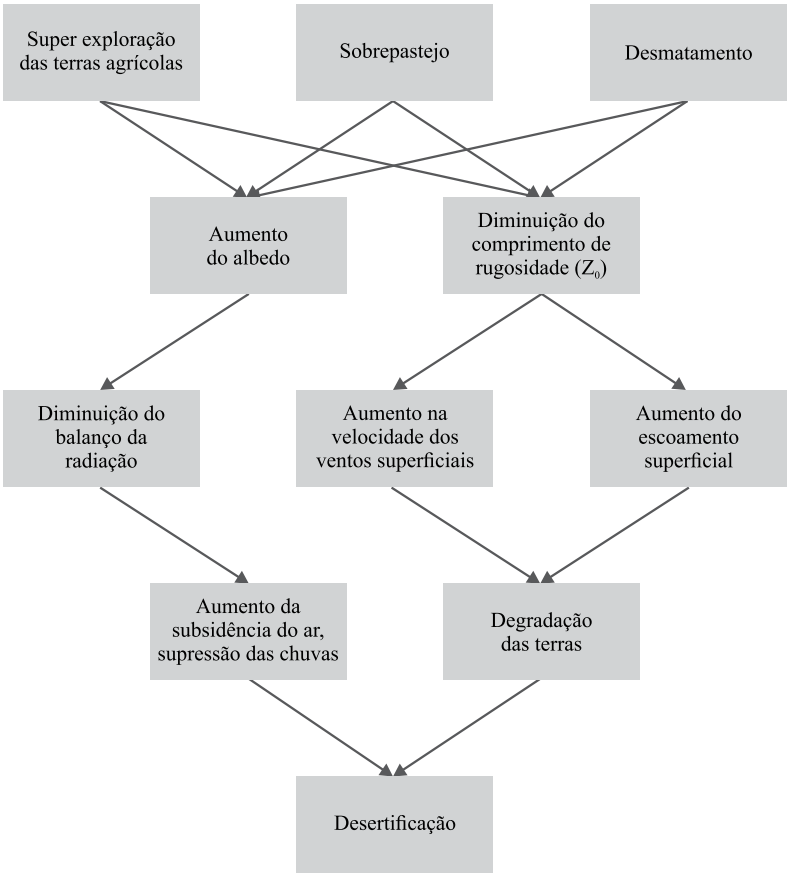


Fonte: Accioly; Oliveira (2004).

7 COMBATENDO A DESERTIFICAÇÃO

O combate à desertificação é uma tarefa árdua e, em seus estágios mais avançados, de altíssimo custo. Os dados divulgados pelo Ministério do Meio Ambiente indicam que cerca de 100.000 km^2 das ASDs já apresentavam sinais de degradação severa em 1998 (Tabela 5). As áreas divulgadas pelo ministério que apresentavam níveis de degradação grave e moderado são, respectivamente, 82.000 km^2 e 394.000 km^2 (Tabela 5). Conforme preconiza a convenção, a prioridade de combate deve ser dada às áreas onde a degradação é menos intensa. Dessa forma, é provável, que a área prioritária para o combate à desertificação ultrapasse os 400.000 km^2, ou seja, uma área equivalente a quatro vezes a área do Estado de Pernambuco. As estatísticas, no entanto, apontam que a recuperação dessas áreas está longe de ser alcançada. A Tabela 8 apresenta a evolução do consumo de fertilizantes no Brasil, nas regiões e nos Estados do Nordeste. Observa-se um aumento no consumo total e de nutrientes específicos (nitrogênio, fósforo e potássio) para a região entre os anos de 2000 e 2008. Esse aumento, no entanto, pode ser atribuído à expansão da lavoura de soja na região de cerrados dos Estados do Maranhão, Piauí e Bahia. Estados que não apresentam regiões de cerrado para a expansão agrícola, como Pernambuco, Paraíba e Ceará, apresentaram incrementos relativamente pequenos no período e boa parte desse aumento se deve ao uso de fertilizantes em lavouras como a cana-de-açúcar e outras, que são cultivadas fora das ASDs. Observe-se, o caso do Ceará, que é dominado pelo ambiente propício à desertificação, o Estado apresenta um consumo desprezível de fertilizantes.

Figura 5 – Fluxograma de processos que conduzem à desertificação e que envolvem mudanças no clima local.



Fonte: Manes (2009).

Boa parte das pequenas propriedades do Nordeste está localizada nas ASDs, portanto, sob o risco da desertificação ou, de alguma forma, já atingidas por esse processo. De fato, com uma área média de 16 ha (Tabela 3) e sob condições desfavoráveis de clima e solo é, praticamente, inevitável que a pressão sobre a terra resulte, ao longo do tempo, em degradação acentuada em número cada vez maior de pequenas propriedades.

Tabela 8 – Evolução do consumo de fertilizantes entre os anos de 2000 e 2008.

Brasil Região Estados do NE	Consumo de fertilizantes em kg/ha							
	Total		N		P_2O_5		K_2O	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Brasil	128,8	143,7	32,7	38,3	45,8	48,9	50,2	56,5
Norte	25,7	57,3	5,5	11,2	9,9	22,0	10,2	24,2
Sudeste	205,9	199,3	68,0	73,3	59,1	49,3	78,0	76,3
Sul	118,9	140,0	30,1	38,9	44,3	51,6	44,5	49,5
Centro-Oeste	176,1	173,6	28,5	30,7	115,0	71,9	72,0	71,1
Nordeste	51,4	74,8	13,0	17,0	17,1	22,0	21,2	35,7
Maranhão	48,7	72,5	7,4	9,5	21,7	29,1	19,4	33,9
Piauí	21,0	59,1	3,2	6,6	9,0	22,8	8,6	29,7
Ceará	4,2	6,7	1,3	3,3	1,0	1,2	1,7	2,1
Rio Grande do Norte	39,1	41,8	12,0	14,4	10,2	10,4	16,8	17,0
Paraíba	25,1	23,3	8,6	9,1	5,4	3,1	11,0	11,1
Pernambuco	49,1	52,6	17,5	20,8	10,2	7,0	21,9	24,8
Alagoas	116,6	98,3	40,6	37,9	22,5	15,4	53,4	45,0
Sergipe	26,9	59,8	10,0	24,0	7,5	14,9	9,4	20,9
Bahia	77,8	121,9	17,5	24,8	29,3	37,4	30,9	59,8

Fonte: IBGE (2010).

Dessa forma, a pequena propriedade do semiárido brasileiro encontra-se superexplorada e com poucas chances de prover renda e qualidade de vida para seus proprietários. Também para essas condições são pequenas as chances de que alguma tecnologia na área da agropecuária resulte em melhoria substancial da qualidade de vida do pequeno agricultor nordestino. A propósito, tecnologias para a convivência com o semiárido brasileiro vêm sendo desenvolvidas há mais de 35 anos. Boa parte dessas tecnologias foi desenvolvida pelas unidades da Embrapa no Nordeste, principalmente, pela Embrapa Semiárido. O uso dessas tecnologias, no entanto, esbarra na falta de estrutura dos Estados para repassá-las aos pequenos produtores por

meio das suas instituições de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater). Essas instituições foram desestruturadas durante a década de 1990 e só nos últimos anos vêm sendo reestruturadas e focadas na pequena agricultura. A aprovação da Lei n° 12.188, em janeiro de 2010, que institui a "Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária- PNATER" representa um grande passo para recuperação do sistema Ater e, como tal, contribui para a redução dos problemas gerados com a desertificação.

Antes mesmo da existência dessa Lei, a agricultura familiar de todo o país já vinha sendo fortalecida por meio do substancial aumento de recursos para as linhas de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Os recursos repassados pelo Pronaf evoluíram de R$ 2,38 bilhões na safra 2003/2004 para R$ 15 bilhões na safra de 2009/2010. A linha de crédito Pronaf-Floresta, desse programa, é um adicional ao combate à desertificação na medida em que incentiva implementação de projetos de sistemas agroflorestais, sabidamente, mantenedores dos recursos de solo e água no ambiente semiárido (BRASIL, 2012a). Para o Plano Safra 2011/2012 está prevista a aplicação de R$ 16,8 bilhões, sendo R$ 3,5 bilhões destinados à pequena agricultura do Nordeste (BRASIL, 2012a).

Além das ações já mencionadas, salienta-se o Plano Plurianual do Governo Federal para o período de 2012 a 2015 (BRASIL, 2012b) que apresenta os seguintes programas diretamente relacionados com o tema da desertificação: a) Mudanças Climáticas; b) Florestas, Prevenção e Controle do Desmatamento e dos Incêndios; c) Agropecuária Sustentável, Abastecimento e Comercialização; d) Conservação e Gestão de Recursos Hídricos; e) Oferta de Água; f) Segurança Alimentar e Nutricional.

O programa Mudanças Climáticas do PPA 2012-2015 apresenta, entre outras, as seguintes iniciativas: a) adequação ecológica e socioambiental de instrumentos de uso, produção e consumo sustentável em áreas suscetíveis à desertificação; b) identificação, diagnose e combate aos processos de desertificação; c) mapeamento, interpretação de dados e recuperação de áreas ambientalmente degradadas em processo de desertificação. A meta dessas iniciativas é a atualização do Plano Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN). Uma iniciativa do programa Conservação e Gestão de Recursos Hídricos do PPA, diretamente relacionada ao combate à desertificação, é o processo de recuperação e controle de processos erosivos em municípios das bacias do rio São Francisco e do

Parnaíba. Nesse PPA está previsto, também, implantação de 1.200 sistemas coletivos de dessalinizadores de água em comunidades rurais.

Ainda com relação às mudanças climáticas, segundo Brasil (2012c), durante a 15ª Conferência das Partes (COP-15), o governo brasileiro divulgou o seu compromisso voluntário de redução entre 36,1% e 38,9% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) projetadas para 2020, estimando o volume de redução em torno de um bilhão de toneladas de CO_2 equivalente (t CO_2 eq). Para tanto, foram propostas diferentes ações:

- reduzir em 80% a taxa de desmatamento na Amazônia, e em 40% no Cerrado;
- adotar intensivamente na agricultura a recuperação de pastagens atualmente degradadas; promover ativamente a integração lavoura-pecuária (iLP); ampliar o uso do Sistema Plantio Direto (SPD) e da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN); e
- ampliar a eficiência energética, o uso de bicombustíveis, a oferta de hidrelétricas e de fontes alternativas de biomassa, de energia eólica e de pequenas centrais hidrelétricas, assim como ampliar o uso na siderurgia de carvão de florestas plantadas.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, L. J. de O.; OLIVEIRA, M. A. J. de. Indicadores de processos de desertificação. In: ROMEIRO, A. R. (Ed.) **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas, SP: Unicamp, 2004. p. 123-142.

ACCIOLY, L. J. de O. Degradação do solo e desertificação no nordeste do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p.23-25, 2000.

ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, J. R. Manejo da cobertura e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 136-142, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca:** PAN – Brasil. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura : plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília : MAPA/ACS, 2012c.173 p.

BRASIL. Secretaria de Planejamento e Investimento Estratégicos. Apresentação. In: BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimento Estratégicos. **Plano Plurianual 2012-2015**: mensagem Presidencial. Brasília, 2011. p. 11. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/noticiaasp?p=not&cod=7571&cat155&sec=10>. Acesso em: 06 fev.2012b.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano safra da agricultura familiar fortalece e amplia políticas públicas**. Brasília, 2012. Disponível em: <http: //www.faespsenar.com.br/arquivos/pdf/gerais/faesp/eco/PoliticaAgricola/PlanoSafra/ Plano%20Agriculturara%20Familiar 2009 2010.pdf >. Acesso em: 06 fev. 2012a.

COSTA, T. C. C.; ACCIOLY, L. J. de O.; OLIVEIRA, M. A. J. de; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. DA. Phytomass mapping of the "Seridó Caatinga" vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation indeces. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 707-715, 2002.

DREGNE, H. E. **Desertification of arid lands**. Advances in desert and arid land technology and development. New York: Harwood Academic Publishers, v. 3, 1983.

DREGNE, H.; CHOU, N. **Global desertification dimensions and costs**. In. DREGNE, H. (Ed.) Degradation and restoration of arid lands. Lubbock: Texas Tech University, 1992. p. 249-282.

FERREIRA, D. G.; RODRIGUES, V.; PEREIRA, J.; LIMA, M. G. A. A. **Desertificação no Nordeste do Brasil II**: diagnóstico e perspectiva. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO,1994, Fortaleza, CE. **Anais**..., Fortaleza, CE: Fundação Grupo Esquel Brasil, 1994. 54 p.

FRANÇA, C. G. de; GROSSI, M. E. del; MARQUES, V. P. M. de A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília, DF: MDA, 2009.

IBGE. **Censo agropecuário 2006:** resultados preliminares. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**: Brasil 2010. Rio de Janeiro, RJ, 2010. (IBGE. Estudos e Pesquisas Informação Geográfica, 7).

LEMOS, J. de J. S. **Desertification of drylands in northeast of Brazil.** Riverside: University of California; Fortaleza: UFC; Brasília: CNPq, 1995.

LEPER, E. **Synthesis of the main** áreas **of land-cover and land-use change**. Millennium Ecosystem Assessment, 2003. Disponível em: <http://www.geo.ucl.ac.be/LUCC/lucc.html>. Acesso em: out 2011.

LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; ACCIOLY, L. J. de O.; SOBRAL, M. do C. M.; PACHECO, A. P. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 120-1219, 2010.

MANEJO DE ECOSSISTEMAS FRÁGEIS: A LUTA CONTRA A DESERTIFICAÇÃO E A SECA. In: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (EC0-92), 1992, Rio de Janeiro, RJ. **Anais**...Rio de Janeiro, RJ:[s.n.], 1992. c. 12. Disponível em: <http://ecolnews.com.br>. Acesso em:6 fev. 2012.

MANES, A. **Drought and desertification processos**: definitions. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE PROCESSOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO: AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO, 2., 2009. Tel-Aviv: Center for International Cooperation – MASHAV, 2009. Aula 1.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil**. Disponível em:<http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-504.pdf>. Acesso em: out. 2011.

MARGOLIS, E.; CAMPOS FILHO, O. P. **Determinação dos fatores da equação universal de perdas de solo num Podzólico Amarelo de Glória do Goitá**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3. Recife, PE, 1981. **Anais**..., Recife, PE: SBCS/UFRPE/Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1981. p. 239-250.

MARGOLIS, E.; SILVA, A. B. da; JACQUES, F. de. O. Determinação dos fatores da equação universal das perdas de solo para as condições de Caruaru (PE). **Revista Bras. de Ciência do Solo**,v.9, p.165-169, 1985.

MONTANARELLA, L.; BADRAOUI, M.; CHUDE, V.; COSTA, I. dos S. B.; MAMO, T.; YEMEFACK, M.; AULANG, M. S.; YAGI, K.; HONG, S. Y.; VIJARNSORN, P.; ZHANG, G. L.; ARROUAYS, D.; BLACK, H.; KRASILNIKOV, P.; SOBOCA, J.; ALEGRE, J.; HENRIQUEZ, C. R.; MENDONCA-SANTOS, M. de L.; TABOADA, M.; VICTORIA, D. E.; ALSHANKITI, A.; PANAH, S. K. A.; EL MUSTAFA EL SHEIKH, E. A.; HEMPEL, J.; PENNOCK, D.; CAMPS ARBESTAIN, M.; MCKENZIE, N. (Ed.). **Status of the world's soil resources**: main report. Rome: FAO, 2015. xxxix, 608. p. il. color.

MORTIMORE, M.; ANDERSON, S.; COTULA, L.; DAVIES, J.;FACCER, K.; HESS, C.; MORTON, J.; NYANGENA, W.; SKINNER, J.; WOLFANGEL, C. **Dryland opportunities**: a new paradigm for people, ecosystems and development. Gland: IUCN; London: IIED; Nairobi: UNDP/DDC, 2009.

NICHOLSON, S. E.; DAVENPORT, M. L.; MALE, A. R. A comparison of the vegetation response to rainfall in the Sahel and East Africa, using Normalized Difference Vegetation Index from NOAA AVHHR. **Climatic Change**, v. 17, p. 209-241, 1990.

OLIVEIRA-GALVÃO, A. L. C. de; SAITO, C. H. **Mapeamento sobre a desertificação no Brasil**: um análise comparativa. **Brasil Florestal**, n. 77, p. 9-20, ago. 2003.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Text of the United Nations Convention to combat desertification**. Disponível em: <www. unccd.int/convention/text/ convention.php>. Acesso em: 10 set. 2011.

POLIDORO, J. C.; MENDONÇA-SANTOS, M. de L.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO JUNIOR, W. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; CURCIO, G. R.; CORREIA, J. R.; MARTINS, E. de S.; SPERA, S. T.; OLIVEIRA, S. R. de M.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V.; TOSTO, S. G.; VENTURIERI, A.; SA, I. B.; OLIVEIRA, V. A. de; SHINZATO, E.; ANJOS, L. H. C. dos; VALLADARES, G. S.; RIBEIRO, J. L.; MEDEIROS, P. S. C. de; MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, L. S. L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. de O. Progra**ma Nacional de Solos do Brasil (Pronasolos)**. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2016. 53 p. (Embrapa Solos. Documentos, 183).

REDESERT. REDE DE INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO SOBRE DESERTIFICAÇÃO - REDESERT. **Catálogo bibliográfico sobre desertificação**. Brasília, DF. 1998.

RICHÉ, G. R.; SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A. Zoneamento das áreas em processode degradação ambiental no trópico semiárido do Brasil.In: PROJETO ARIDAS. **Condições do uso e perspectiva de uso sustentável dos geoambientes do semiárido**: versão final. Brasília, DF, 1994. Paginação irregular. (GTI. Recursos naturais e meio ambiente).

SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A.; RICHÉ, G. R. Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semiárido brasileiro. In: CONFERÊNCIA NACIONAL E SEMINÁRIO LATINO – AMERICANO DA DESERTIFICAÇÃO, 1994, Fortaleza, CE.**Anais**..., Fortaleza, 1994.

SANTANA, M. O. Áreas afetadas por processos de desertificação no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Recursos Hídricos – Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação, 1998. Disponível em: http://www.mapas.mma.gov.br/ geonetwork/srv/br/metadata.show?id=413.>Acesso em: 31 jan. 2012.

SILVA, F. B. R. e; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAÚJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste**: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. v. 1.Petrolina, PE: Embrapa – CPATSA; Recife, PE: Embrapa – CNPS – Coordenadoria Regional Nordeste, 1993.

TUCKER, C. J.; DREGNE, H. E.; NEWCOMB, W. W. Expansion and contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990. **Science**, v. 253, p. 299-301, 1991.

UNEP. **Word Atlas of Desertification**.1st. Ed. Edward Arnold, London, UK, 1992.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Processos de desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil**: sua gênese e sua contenção. Recife, PE: Sudene, 1982.

WILLIAMS, B. A. J. **Interactions of desertification and climate**: present understanding and future research imperatives. Disponível em <http://ag.arizona.edu/oals/ALN/aln49/williams.html>. Acesso em: out. 2011.

ZHOU, L.; DICKINSON, R. E.; TIAN, Y.; VOSE, R. S.; DAL, Y. **Impact of vegetation removal and soil aridation on diurnal temperature range in a semiarid region: application to the Sahel**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 104, p. 17.937-17.942, 2007.

Tema 2

Aspectos tecnológicos relacionados à captação e armazenamento de água de chuva

Capítulo 1

CAPTAÇÃO E USO DE ÁGUA DE CHUVA EM CISTERNAS: UMA ESTRATÉGIA PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Luiza Teixeira de Lima Brito
Jean Carlos de Andrade Medeiros (*In memoriam*)
Sandra Maria Batista Silveira
Janaína Oliveira de Araújo
Nilton de Brito Cavalcanti

1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO: UM ESPAÇO DE VIDA

O Semiárido brasileiro é constituído por um aglomerado de unidades de paisagens com diferentes características relacionadas ao solo, relevo, clima, vegetação e disponibilidade hídrica, ocupando uma área de 982.563,3 $km^{2,}$ comportando 1.133 municípios e nessa região vivem, atualmente, 22 milhões de pessoas (BRASIL, 2005). A vegetação que predomina nesta região é a Caatinga, ecossistema que comporta um grande número de espécies florestais endêmicas e de grande importância por sua diversidade, adaptabilidade e exclusividade ao território brasileiro.

Quanto à disponibilidade hídrica, há poucos rios perenes na faixa semiárida. Entretanto, a média das precipitações pluviométricas anuais é de 750

mm, o que caracteriza a região semiárida brasileira como a mais chuvosa do mundo. Todavia, apesar da ocorrência de chuvas em níveis satisfatórios, a distribuição das precipitações é irregular, tanto no tempo quanto no espaço, e ocorre um período prolongado de estiagem, no qual as altas temperaturas provocam uma evaporação acelerada. Malvezzi nos indica a seguinte reflexão:

> Chove no sertão o suficiente para a manutenção da população, inclusive nos períodos de estiagem. O problema é que a evaporação de água é muito grande, sendo a situação agravada pela armazenagem inadequada (MALVEZZI, 2007, p. 106).

No que se refere aos aspectos socioeconômicos, a região Semiárida apresenta "ainda" os piores indicadores sociais do País. Parte dessa população efetivamente ainda sofre com a herança de uma estrutura agrária regional concentradora de terra e água, o que até os dias atuais contribui significativamente com o cenário de desigualdade social.

Além disso, por muitos anos, as ações governamentais focalizaram a criação de uma infraestrutura hídrica centralizada, no intuito de combater a seca e seus efeitos. Uma estratégia central foi a construção de grandes reservatórios, em sua maioria açudes e barragens, construídos com mão de obra de milhares de trabalhadores e trabalhadoras nas Frentes de Emergência.

Essa perspectiva do semiárido como espaço de vida é assumida por milhares de famílias que residem na região, isso está se referindo a 1,7 milhão de famílias agricultoras, que construíram suas vidas nesse solo, que se alegram com o inverno e a caatinga verde a cada ano, que entoam seus cânticos e benditos quando do plantio de suas roças e quando do período da colheita. Essa vida é cantada e entoada nos cordéis e nas diversas manifestações populares, revelando pertencimento e esperança de dias melhores. O profundo conhecimento acumulado pelas famílias, que, a partir da observação dos fenômenos da natureza, desenvolveram diversas estratégias para permanecer e conviver na região, constituem ferramentas valiosas para conceber e estimular a perspectiva da valorização da vida na região.

Entende-se que começar este capítulo trazendo a reflexão de que o Semiárido é um espaço de vida, traz uma implicação política forte, no sentido de desconstruir o paradigma outrora vigente de que a região não detinha condições para a vida, era uma terra pobre, seca e sem perspectivas. Esse discurso de inviabilidade do semiárido presente em diversas políticas públicas (programas e projetos) anteriores pensadas e aplicadas, como: frentes

de emergência-serviços, distribuição de alimentos, perfuração de poços e construção de grandes açudes para o Semiárido, reforçou na região o ideário de submissão e o mais grave, conforme apontam Baptista e Campos (2011), é que tentou incutir nas pessoas do Semiárido a ideia de incapacidade frente ao seu próprio destino e, por conseguinte, a ideia da inviabilidade da região, prevalecendo a imagem de um lugar inóspito por natureza e de seres inferiores como consequência, instaurando-se uma violência simbólica[1].

Entretanto, nos últimos anos, outras estratégias têm sido construídas, a partir do entrelaçamento de diversas forças (Sociedade Civil, Governo brasileiro, Instituições de Pesquisa e outros atores) em uma perspectiva de viabilidade da região semiárida e da possibilidade de bem viver no lugar. Esta perspectiva contempla como aspecto central o direito à água de qualidade para todos e a convivência sustentável com a região.

As cisternas de placas e suas diversas variações que são objeto desse capítulo e traduzem o conhecimento acumulado de milhares de agricultores da região, conhecimento esse sistematizado por organizações da sociedade civil e que hoje se transformaram em política pública assumida pelo governo brasileiro.

Neste capítulo, pretende-se demonstrar que a disseminação de tecnologias de captação de água da chuva, aliadas aos processos de formação e mobilização comunitárias, têm contribuído com a construção da dimensão da convivência com o Semiárido, no sentido de ampliar as possibilidades de uma vida digna para as famílias rurais.

1 Para o sociólogo Pierre Bourdier (1998), a violência simbólica é uma forma de coação que se apoia no reconhecimento de uma imposição determinada, seja esta econômica, social ou simbólica. Se funda na fabricação contínua de crenças no processo de socialização, que induzem o indivíduo a se posicionar no espaço social seguindo critérios e padrões do discurso dominante. Devido a este conhecimento do discurso dominante, a violência simbólica é manifestação deste conhecimento através do reconhecimento da legitimidade deste discurso dominante.

2 A CONVIVÊNCIA COMO ESTRATÉGIA PARA PENSAR O DESENVOLVIMENTO DO SEMIÁRIDO

A perspectiva da convivência com o Semiárido pressupõe ações organizadas e políticas públicas que valorizem o conhecimento e as experiências dos agricultores desse espaço geográfico, considerando que, assim como a natureza se adapta às condições ambientais, as famílias agricultoras criaram estratégias diversas para viver bem nessa região. Entre estas estratégias, incluem-se a estocagem de água e sementes, a produção agroecológica de alimentos e o cuidado com os animais. Para Malvezzi (2007), a estocagem de água para consumo e para a produção de alimentos é um aspecto central na abordagem da convivência. O autor afirma que:

> O segredo da convivência com o Semiárido passa pela produção e estocagem dos bens em tempos chuvosos para se viver adequadamente em tempos sem chuva. O principal bem a ser estocado é a própria água (MALVEZZI, 2007, p. 12).

O mesmo autor defende que a ideia de convivência pressupõe cultivos e criação de espécies animais nativos e/ou adaptados ao ambiente, práticas agrícolas seguras e sustentáveis.

Além da questão hídrica, central na abordagem da convivência, a estrutura fundiária concentradora e a ausência/precariedade do acesso ao crédito e à assistência técnica comprometem diretamente a produção familiar de alimentos. Ao se referir à assistência técnica, está se tratando de uma assessoria diferenciada, que conforme Galindo (2008) parte de uma concepção agroecológica, e considera e valoriza o saber tradicional das famílias agricultoras.

No contexto da agricultura de sequeiro – praticada pela quase totalidade da agricultura familiar do Semiárido, que depende da quantidade, distribuição e intensidade das chuvas –, instituições de pesquisa e desenvolvimento, como a Embrapa, defendem que para viabilizar essa modalidade de agricultura e a economia do Semiárido, devem ser introduzidas e difundidas culturas adaptadas às suas condições edafoclimáticas, tais como sorgo, milheto, algodão, gergelim, mamona, feijão e milho, entre outras. Também defende o uso de tecnologias voltadas para captação, armazenamento e uso da água de chuva, de forma a reduzir os riscos de produção agrícola, como cisternas, poços, irrigação de salvação, captação *in situ*, barragens subterrâneas, contribuindo para fixação da população rural.

Por sua vez, entende-se que é na perspectiva de estocagem de água e alimentos e na diversidade de plantas cultivadas (sementes tradicionais, crioulas, sementes da paixão, dentre outras denominações) e dos animais domésticos adaptados, que asseguram aos agricultores a possibilidade de sobrevivência em muitas áreas sujeitas a estresses ambientais. Portanto, valorizar o conhecimento tradicional associado às sementes vegetais e aos animais constitui-se em uma forma de estimular as relações de confiança nas comunidades e a gestão local desses recursos, de modo a contribuir com a conservação de materiais vegetais importantes para a dinâmica sociocultural da agricultura familiar camponesa do Semiárido, gerando também um capital social importante que reflita reciprocidade.

Entende-se que no caso do Semiárido brasileiro, um enfoque de desenvolvimento que privilegie a vida, deve-se valorizar inicialmente dois aspectos centrais: o acesso à água como direito humano e o acesso à terra para o conjunto da agricultura familiar camponesa. Quanto ao primeiro, reconhece-se que as alternativas de captação de água de chuva para o consumo humano, já implementadas no Semiárido, devem ser parte integrante dessa proposta de desenvolvimento, associada às ações, tais como: reconhecimento pelo Estado brasileiro de territórios tradicionais de populações autóctones e a uma reforma que quebre a herança agrária regional concentradora de terras.

Os atores sociais, militantes da convivência, que avançam na proposição de políticas sustentáveis e abrangentes para o Semiárido, têm contribuído na compreensão de que a questão hídrica no Semiárido não diz respeito unicamente às condições ambientais e climáticas da região, mas trata-se, sobretudo, de perceber as heranças históricas, as questões sociais, econômicas e políticas, que se perpetuam em muitas políticas e ações públicas. Segundo Silva (2006), esses atores, além de denunciar a insustentabilidade de muitos projetos elaborados para essa região, experimentam novas tecnologias apropriadas ao local, produtivas e educativas, orientadas nessa perspectiva de convivência com o Semiárido.

Nesse contexto, a perspectiva da convivência incorpora outras dimensões, que estão além das tecnologias sociais de estocagem ou das assessorias técnicas externas. Refere-se aos processos educativos e à intensa mobilização social que é gerada nas comunidades rurais e organizações sociais a partir do tema central de convivência com o semiárido. Esta grande mobilização tem gerado reflexões sobre a vida comunitária, as formas de participação e organização popular e os modos de acessar outras políticas públicas, contribuindo assim, com a transformação de outros aspectos da vida das comunidades.

3 A SOCIEDADE CIVIL ORGANIZADA NA CONSTRUÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Em 1999, foi realizada em Recife, PE, a Terceira Convenção de Combate à Desertificação – COP3. Segundo Galindo (2008), foi criado um espaço para discussão específica sobre o Nordeste brasileiro, por meio do Fórum Paralelo da Sociedade Civil à COP3. Neste Fórum, foi proposto o projeto de construção de Um Milhão de Cisternas Rurais. Esta proposta articulou diversas organizações da sociedade civil que já atuavam na região e intensificou o debate sobre a convivência com o Semiárido, contribuindo para a criação da Articulação no Semiárido (ASA Brasil), em 1999.

A ASA é uma rede que reúne cerca de três mil organizações da sociedade civil, na qual se incluem sindicatos de trabalhadores rurais, associações de agricultores, cooperativas de produção, igrejas católicas e evangélicas, ONG's de desenvolvimento e ambientalistas.

A ação entre sociedade civil e Governo brasileiro vem se corporificando em política pública sedimentada nos conhecimentos já disponíveis sobre a temática da água de chuva e na valorização do conhecimento tradicional. Este conhecimento está associado a várias dimensões que transcendem as experiências de construir reservatórios/infraestruturas para armazenamento de água quanto aos processos de formação e mobilização social associados a eles. Essa ação privilegia o empoderamento local, contribuindo para consolidação de instâncias de controle social, oportunizando, por sua vez, a troca de conhecimentos horizontais entre agricultores e técnicos, na perspectiva da valorização da estocagem como princípio norteador da convivência com a região.

A ASA tem proposto e implementado suas ações em parceria com o governo federal, cooperação internacional e outros parceiros privados, processos de mobilização social para a convivência sustentável com o meio ambiente, partindo do princípio fundamental que a água não é bem de consumo e sim direito humano básico. Dentro dessa perspectiva, a ASA criou o Programa de Formação e Mobilização Social para a convivência com o Semiárido, no qual se inserem dois programas: Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) e o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2).

Estes dois programas, inseridos em uma mesma estratégia de mobilização, se propõem a implementar pequenas obras apropriadas à região, construídas a partir da formação e mobilização das comunidades rurais e

embasados em seus conhecimentos. Percebe-se que essa ação tem contribuído com a descentralização do acesso à água no Semiárido, tanto para consumo humano como para produção de alimentos.

Ao se posicionar em favor da água como direito e democratização do seu acesso, o Programa aposta nas pequenas ações e em tecnologias sociais simples, replicáveis e absolutamente controláveis pela população, tais como barragens subterrâneas, cisternas de placas, cisternas calçadão, bombas d'água populares e tanques de pedra, o último para armazenar águas coletivas.

Além de implementar tecnologias sociais populares de captação e armazenamento de água de chuva, os programas da ASA fortalecem outras iniciativas de convivência com o Semiárido, como a construção do conhecimento agroecológico; as cooperativas de crédito voltadas para a agricultura familiar; os bancos ou as casas de sementes nativas ou crioulas; os fundos rotativos solidários; a criação animal; a educação contextualizada; o combate à desertificação, etc (ASA, 2008).

Recentemente, além desses Programas, a ASA implementou um projeto experimental de construção de cisternas em escolas rurais em todo o Semiárido brasileiro em parceria com Ministério do Desenvolvimento Social e Combate **à** Fome (MDS) e a Agência Espanhola de Cooperação (Aecid). Este projeto está inaugurando uma ação mais sistemática e articulada com as escolas rurais e com a temática da educação contextualizada. Apesar de ainda estar em processo de avaliação nas diversas instâncias da rede, este projeto desafia as organizações que compõem a rede a empreender esforços para avançar na articulação com os poderes públicos locais e para intervir e contribuir com o debate da educação no campo.

Além de atuar em políticas específicas de convivência com o Semiárido, a ASA assume participação em outras políticas sociais, sendo essa participação mais articulada, por exemplo, como aponta Albuquerque (2010), na política de Segurança Alimentar, estando presente formalmente no Conselho Nacional (Consea) e nos conselhos municipais. Na política de Saúde há relação deliberada com os agentes comunitários de saúde, na perspectiva de que possam contribuir para a continuidade com o acompanhamento das famílias atendidas pelos programas. Na educação, há contribuição específica, pois, um dos eixos da ação da ASA é a "Educação para a Convivência com o Semiárido", a chamada "Educação contextualizada", que inicia relações com a educação pública no sentido de debater as questões do Semiárido. Nas áreas dos direitos da Criança e do Adolescente também se nota alguma participação, especialmente, de entidades como as Cáritas Diocesanas, par**ó**quias e ONG's.

4 INICIATIVAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM CISTERNA: PESQUISA X EXTENSÃO

A crescente complexidade e o agravamento dos problemas socioambientais, gerados pelo triunfo da racionalidade econômica e da razão tecnológica que a sustenta, levaram a colocar a necessidade de reorientar os processos de produção e aplicação de conhecimentos, tais como a pesquisa e a extensão, assim como a formação de habilidades profissionais, para conduzir um processo de transição para o desenvolvimento sustentável.

Entende-se que o conhecimento acumulado do conjunto da população seja a base de ações exitosas, abrangendo uma visão holística das realidades quando da aplicação de tecnologias em espaços geográficos, visando fortalecer a capacidade suporte de ecossistemas.

O que se percebe é que, conforme Leff (2001), a articulação dos conhecimentos existentes com o sistema econômico vigente tem orientado historicamente a pesquisa científica, a inovação tecnológica e a formação de profissionais às demandas do mercado e do aparelho produtivo instalado, desestimulando, por vezes, uma produção de conhecimentos e capacidades para construir uma racionalidade ambiental.

Nessa perspectiva, a pesquisa aplicada ao Semiárido brasileiro objetiva efetivamente comungar com o desenvolvimento e transcende as políticas econômicas, tecnológicas e educativas prevalecentes, e orienta os processos produtivos para o aproveitamento do potencial ambiental da região, fundado na articulação de seus sistemas ecológicos, tecnológicos, sociais e culturais para satisfazer as necessidades básicas e melhorar a qualidade de vida dos agricultores familiares. Entende-se que esse ideário merece um esforço substantivo do Estado brasileiro, sobretudo, no que se refere a uma política de educação, ciência e tecnologia que gere, de forma partilhada, os conhecimentos, capacidades e habilidades para produzir um processo endógeno de desenvolvimento.

Por sua vez, o Estado brasileiro conta com um conjunto de instituições de pesquisa e extensão, tanto a nível nacional como as de abrangência regional e estadual. Em destaque pode-se citar a Embrapa uma organização pública de ciência e tecnologia agropecuária, com forte infraestrutura, ampla distribuição espacial, diversidade de temas pesquisados e alto nível científico de talentos profissionais reconhecidos dentro e fora de suas fronteiras.

Neste contexto institucional, o Semiárido brasileiro, de alguma forma, também tem sido privilegiado como foco de pesquisas relevantes voltadas para o bem-estar rural das famílias agricultoras. No entanto, nem sempre os resultados dessas pesquisas se transformaram em benefícios diretos para estes atores sociais, embora, disponha de um acervo de conhecimentos e tecnologias que vem historicamente contribuindo para uma melhor compreensão do Semiárido brasileiro e a sua transformação produtiva.

Deste modo, a questão que se coloca, no momento, é: quais são os movimentos e entrelaçamentos que podem e devem ser feitos para que a riqueza de pesquisas e percepções científicas geradas no seio dessas instituições possam dialogar com seu público-alvo que são os agricultores, sobretudo, os da agricultura familiar. Essas inquietações nos movimentam também para uma reflexão sobre o modelo de extensão rural predominante, e o que ele historicamente tem valorizado e, sobretudo, com que olhar tem atuado. O agricultor e a agricultura são percebidos ainda como receptores de tecnologia ou partícipes no processo concepção e gestão. Em que medida as abordagens participativas fazem parte da pesquisa e da extensão rural no Semiárido brasileiro? Além de respostas, essas indagações nos remetem a desafios a serem superados.

Quando foi criada a Embrapa Semiárido, há mais de quatro décadas, o cenário desse espaço geográfico brasileiro era de deficiência de conhecimentos tecnológicos aplicáveis à agricultura familiar, dado ao pouco conhecimento das características ambientais da região e à reduzida ou quase nula inserção de órgãos de pesquisa na interlocução com as comunidades rurais da região. As pesquisas experimentais realizadas com o fim de equacionar esses problemas caracterizavam-se por iniciativas de algumas instituições, sem o enfoque global dos problemas. Naquela época, a Embrapa Semiárido já considerava estratégico empreender esforços com o objetivo de fornecer e/ou aumentar a oferta de água nas comunidades rurais sem recursos hídricos ou com esses recursos limitados, em contraponto ao paradigma da agricultura irrigada como uma solução para o desenvolvimento rural.

Ao longo desses anos, esta Instituição tem preconizado e defendido a concepção de programas de desenvolvimento voltados para a "convivência com a seca" ou a "convivência com o Semiárido". Como instituição de pesquisa e desenvolvimento, tem participado da elaboração de diferentes propostas de desenvolvimento regional, sobretudo com foco na infraestrutura hídrica e fortalecimento da agricultura familiar, em especial na caprinovinocultura.

A Embrapa Semiárido também colaborou na elaboração e implantação do Projeto Padre Cícero, lançado em 1988, pelo Ministério do Interior, cujas diretrizes governamentais foram voltadas para melhoria das condições de vida dos agricultores. Este programa priorizava a construção de açudes, cisternas e adutoras. No contexto global, a Embrapa Semiárido participou da elaboração e implementação de várias outras políticas de desenvolvimento regional, seja de forma direta ou indireta, vez que estes programas tinham ou têm como base as tecnologias e os conhecimentos gerados em seus campos experimentais com foco na valorização das potencialidades da água de chuva.

No contexto da exploração das potencialidades hídricas subterrâneas, a Embrapa Semiárido tem efetiva inserção no Programa Água Doce, desenvolvido em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Campina Grande-PB, Banco do Brasil e BNDES. Este programa tem por objetivo a recuperação e a construção de sistemas de dessalinização em comunidades rurais do Semiárido brasileiro, visando garantir água potável para o consumo das famílias. No entanto, o processo de dessalinização gera subprodutos ou rejeitos com elevados teores de sais, que, se jogados diretamente no solo, causam sérios problemas ambientais. Neste sentido, a Embrapa Semiárido desenvolveu um sistema produtivo integrado para aproveitamento desses efluentes tanto na piscicultura quanto na irrigação de plantas forrageiras, principalmente das halófitas.

Como instituição de referência internacional no desenvolvimento de pesquisas e tecnologias para regiões áridas e semiáridas tropicais, a Embrapa Semiárido tem, também, contribuído como provedora de alternativas tecnológicas para convivência com essa adversidade climática com países situados na faixa tropical, na elaboração de propostas de desenvolvimento regional, elaborando e implementando programas de desenvolvimento, ministrando cursos para técnicos e produtores, realizando oficinas de trabalho, para assim, contribuir com o desenvolvimento da população tropical. Uma dessas contribuições foi o trabalho realizado com a Organização das Nações Unidas (ONU) para técnicos da América Latina e Caribe, que gerou um livro editado pelo *International Environmental Technology Centre* (IETC) e *United Nations Environment Programme* (UNEP) (IETC/UNEP, 1997), para servir como manual de referência sobre experiências exitosas para esses países.

Além de ser a maior empresa de pesquisa agropecuária do Brasil, a Embrapa atua também na América do Norte, na Europa, na Ásia, na África e na América Latina, na promoção de intercâmbio de conhecimentos e tecno-

logias, contribuindo, assim para o avanço da ciência e redução da fome no mundo, por meio dos "Laboratórios Virtuais" presentes em vários países.

Uma experiência exitosa recentemente foi sua participação no programa de construção de cisternas no Haiti, com o objetivo de garantir água para o consumo das famílias nas comunidades rurais. Para concretização desse projeto, foram realizados treinamentos em serviço, ministrados pela Embrapa Semiárido e o Instituto da Pequena Agropecuária Apropriada para técnicos desse país e construídas duas cisternas, como forma de capacitar 33 técnicos atuantes em comunidades rurais do Haiti.

Os conhecimentos acumulados tanto pelos agricultores do Semiárido brasileiro, como pelas diversas organizações e instituições que trabalham direta e indiretamente com a região ajudam a afirmar que não é a falta de chuvas a principal responsável pela oferta insuficiente de água, mas, uma conjugação de elementos entre eles os seguintes: a má distribuição, associada a uma alta taxa de evapotranspiração, que resultam no fenômeno da seca, como também, a falta de incremento e de políticas públicas voltadas para disponibilizar infraestruturas hídricas permanentes, que sejam capazes de superar anos de irregularidades das chuvas, como, também, orientar a população para as questões relacionadas com a gestão da água em situação de limitação desse recurso.

É importante pontuar que a perspectiva da convivência com o Semiárido está presente em políticas e ações que utilizam tecnologias, métodos e processos de captação e armazenamento de água da chuva que valorizam a dimensão do direito e da democratização do acesso à água. Programas de desenvolvimento rural como o Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido, da ASA, do Programa Fome Zero e outros processos em curso desenvolvidos por governos estaduais têm se posicionado em favor de um projeto de partilha e de descentralização, de modo a fomentar uma gestão integrada e compartilhada com os diferentes usuários dos recursos hídricos, como preconizada pela Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2004).

Na perspectiva onde a pesquisa e extensão estejam efetivamente comprometidas com a mudança paradigmática do modelo de ciência e a sua real utilidade para o conjunto da sociedade, é que se reconhece que a ciência, a partir da construção participativa e do compromisso social, deve valorizar o conhecimento tradicional dos povos, sendo essa parte essencial para o desenvolvimento daquela, ao passo que as ações que se desenca-

deiem assumam a dimensão da convivência com a região como a principal mudança no caso do semiárido brasileiro.

Entende-se que a construção da racionalidade da convivência com a região semiárida exige a transformação de paradigmas científicos tradicionais e a produção de novos conhecimentos, portanto, o diálogo e a integração de saberes entre pesquisa, extensão e agricultores, corroboram para a organização interdisciplinar do conhecimento para o desenvolvimento sustentável da região semiárida, sendo este um caminho possível.

5 CISTERNAS DE CONSUMO E DE PRODUÇÃO: ASPECTOS TÉCNICOS

No Semiárido brasileiro a chuva representa a principal fonte de água renovável para uso nas diversas atividades praticadas nas comunidades rurais, seja para o consumo humano, animal, vegetal, entre outros usos. Todavia, a previsão da quantidade de água precipitada é incerta, pois, depende de fatores meteorológicos e variam, sensivelmente, tanto no tempo como no espaço. Embora, este espaço seja delimitado pela isoieta de 800 mm anuais, em média (BRASIL, 2005), é uma lâmina de água significativamente importante, basta que parte desta água seja captada e armazenada para atender às demandas do meio rural.

A partir dessa realidade, hoje, o Semiárido brasileiro contempla 1.197.360 cisternas construídas de forma descentralizada, atendendo a igual número de famílias, totalizando mais de 19,2 bilhões de litros de água. De modo semelhante, foram instaladas mais de 130 mil tecnologias voltadas para captação de água de chuva para o consumo animal e produção de alimentos[2]. Por sua vez, a Embrapa Semiárido vem desenvolvendo pesquisas, com o objetivo de identificar e definir alternativas tecnológicas capazes de aumentar a disponibilidade de água no âmbito das comunidades rurais seja para o consumo humano e animal, como também, para reduzir os riscos de perda de safra da agricultura dependente de chuva. Resultados desse esforço de pesquisa serão relatados a seguir.

2 Ministério do Desenvolvimento social, consulta feita em 01/10/2015, via mensagem eletrônica.

5.1 Cisterna de placas: água de chuva para consumo humano

A cisterna é uma tecnologia milenar e pode responder aos parâmetros de qualidade e quantidade de água potável para consumo das famílias nas comunidades onde haja limitação de recursos hídricos, desde que sejam seguidos os critérios de dimensionamento, armazenamento e manejo adequado da água da chuva coletada.

No contexto da água para consumo humano, foram realizados estudos com o objetivo de avaliar diferentes materiais para a construção de cisternas e de suas áreas de captação, tendo em vista que, no meio rural, parte do tamanho dos telhados das residências era insuficiente para captar o volume de água necessário para atender à demanda de água de beber das famílias. Nesses estudos, foram definidos parâmetros essenciais ao dimensionamento do volume de água necessário à família, bem como das áreas de captação de água de chuva (SILVA et al., 1984; 1988; BRITO et al., 2007). Silva et al. (1984; 1988) estimam que, no mínimo, 14 litros de água por dia seria a quantidade que uma pessoa necessita para beber e realizar suas atividades básicas de cozinhar e higiene mínima, como lavar o rosto (*c*). Por outro, Brasil (1981) coloca que "para beber e para o gasto", a necessidade diária de água é de 10 litros por pessoa por dia. Assim, para dimensionar a água da família, deve-se conhecer o *número* total de pessoas (*n*) que irá utilizar a água da cisterna, bem como o período sem chuvas da região (*p*).

No dimensionamento de uma estrutura hídrica, foram considerados os "eventos críticos" relacionados à ocorrência das chuvas. No caso da cisterna, trata-se do período máximo que não chove na região, mas que as famílias continuam necessitando de água para sua manutenção, sendo, assim, considerado um período (*p*) de 240 dias por ano sem chuvas. Logo, o volume total necessário (V_{NEC}) é determinado pela equação:

$$V_{NEC} = n \times c \times p \ (m^3) \qquad (1)$$

em que:

V_{NEC} = volume de água da família (m^3);

n = número total de pessoas da família (unid.);

c = consumo médio de água por pessoa, por dia, estimado em 14 litros (L);

p = período sem chuvas, considerado de 240 dias por ano (dias).

No dimensionamento da área de captação (A_C), além do volume (V_{NEC}) de água a ser armazenado na cisterna, é preciso conhecer, também, a precipitação (P_{MED}) que ocorre na comunidade ou no município e a eficiência do escoamento superficial (*C*) da água. Os valores de "*C*" variam em função do tipo de revestimento da área. Nas áreas cobertas com telhas de cerâmica, esse valor corresponde a 0,7. Assim, a área de captação (*Ac*) é determinada pela equação:

$$A_c = \frac{V_{NEC}}{P_{MED} \times C} \qquad (2)$$

em que:

V_{NEC} = volume de água da família (m^3);

P_{MED} = precipitação média dos anos mais secos (mm);

C = coeficiente de escoamento superficial.

Dada a frequente irregularidade das precipitações pluviométricas no Semiárido brasileiro – que segundo Porto et al. (1983), a cada 10 (dez) anos apenas 3 (três) são considerados normais quanto ao volume precipitado e sua distribuição espacial, no dimensionamento da área de captação –, deve-se tomar como base a média dos anos de menor precipitação de uma série de dez anos, no mínimo. Pois, como observado na equação 2, quanto menor o valor da precipitação pluviométrica, maior a área necessária para captar o mesmo volume de água. Assim, mesmo nos anos de ocorrência de menores valores de precipitações, a área de captação poderá garantir água na cisterna. Considerando a área de captação como o telhado da residência, caso este não seja suficiente em tamanho, deve-se complementá-la ou substituí-la por uma área no solo, como reportado nas pesquisas (SILVA et al., 1984, 1988; SILVA; PORTO, 1982) e, atualmente, em uso, denominada de "cisterna calçadão".

Outras pesquisas realizadas foram relacionadas à estrutura física da cisterna como também ao manejo do sistema, com foco, principalmente, na qualidade da água armazenada (SILVA et al., 1984, 1988; BRITO et al., 2005; 2007), que de acordo com a Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), "água potável" é aquela que atende aos limites estabelecidos referentes aos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos, não colocando a saúde das pessoas em situações de risco. Embora, a cisterna não se enquadre como alternativa de abasteci-

mento no âmbito desta Portaria, mesmo assim, há necessidade de atenção e cuidados quanto aos aspectos de qualidade das águas armazenadas.

Em condições naturais a água normalmente contém substâncias impuras que podem comprometer sua qualidade para o consumo humano. As águas destinadas a esta finalidade devem passar por processos de tratamento para reduzir riscos de doenças. No contexto da água de chuva armazenada em cisterna, os processos de tratamento da água mais simples constituem-se da fervura e da filtragem. A exposição da água à luz solar, conhecido como "destilação solar" e a adição de cloro à água, são, também, técnicas de tratamento de água utilizadas. A Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Ministério da Saúde (Portaria nº. 518) consideram que concentração de 0,5 mg/L de cloro livre residual na água, após período de contato mínimo de 30 minutos, garante a desinfecção satisfatória (OPAS/OMS, 1999; BRASIL, 2004). Em se tratando de água de cisterna, é recomendável desinfetar pequenos volumes, o suficiente para atender à família por uma ou duas semanas. O uso de água de chuva para beber é estimulado durante os cursos de Gerenciamento de Recursos Hídricos (GRH), no âmbito do P1MC.

No contexto da qualidade da água de chuva armazenada em cisternas, as primeiras pesquisas foram realizadas por Amorim e Porto (2001), que observaram a presença de coliformes fecais nas águas armazenadas na maioria das cisternas avaliadas. Corroborando com estes resultados, Brito et al. (2005) também constataram riscos de contaminação nas águas de cisternas, principalmente, coliformes fecais, em estudos realizados em quatro municípios do Semiárido brasileiro. Estes resultados alertaram para a necessidade de maiores cuidados no manejo da água, objetivando reduzir os riscos de contaminação, principalmente daquelas famílias que não têm oportunidade de realizar tratamento da água ou o fazem de forma inadequada. Blackburn et al. (2003) afirmam que as fontes de contaminação das águas de cisternas com coliformes estão relacionadas à presença de animais sobre as estruturas de captação e dentro das cisternas; ao mau acondicionamento de baldes e latas utilizados para coletar água; ao uso da cisterna para receber água de outras fontes, e ao não descarte ou descarte inadequado das primeiras águas de chuva.

Como forma de reduzir os riscos de contaminação da água de chuva desde o contato com a área de captação até o momento de consumi-la, é recomendável o uso de barreiras físicas, as quais se constituem de cuidados e medidas que devem ser tomadas a partir do momento da escolha do local da cisterna, como citado em Silva et al. (1984), (1988) e Brito et al. (2005, 2007a):

- Construir a cisterna longe de fossas, currais;
- Não captar as primeiras águas das chuvas, o que pode ser feito utilizando dispositivos simples e de fácil acesso das famílias;
- Utilizar sempre bomba para retirada da água, pois baldes com cordas ou outros vasilhames podem colocar em risco a qualidade da água armazenada;
- Telar as aberturas de circulação de ar, para evitar a entrada de insetos e pequenos animais;
- Realizar limpezas e desinfecção da cisterna de forma periódica;
- Fazer manutenção da cisterna e da área de captação, evitando rachaduras, que podem favorecer o desenvolvimento de algas;
- Limpar e manter, de forma adequada, as calhas e conexões, para reduzir desperdícios de água.

Com o objetivo de identificar indicadores relativos ao P1MC em 2005, o Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), firmou convênio com a Embrapa Semiárido, visando realizar pesquisa de campo para identificar se as famílias beneficiadas por este programa estavam tendo acesso à água potável e se o processo de construção dessas cisternas estava em conformidade com os coeficientes técnicos e custos de implantação especificados. Esta pesquisa contou com apoio de outras instituições públicas, principalmente das prefeituras dos municípios avaliados, e de organizações não governamentais. Os resultados desta pesquisa estão apresentados de forma detalhada em Brito et al. (2007b).

A pesquisa envolveu 3.517 famílias localizadas em 100 municípios do Semiárido brasileiro, além do Noroeste do Espírito Santo, onde o P1MC também estava presente na época da pesquisa. Como principais resultados, foram observados que 86,36% das cisternas avaliadas tinham menos de dois anos de construídas. Dessa forma, houve a necessidade de repetir essas pesquisas em cisterna com maior tempo de uso. Assim, foram realizados novos estudos, desta vez, contemplando uma amostragem de 1.328 famílias beneficiadas pelo P1MC, residentes em 41 municípios do Semiárido brasileiro. Nesta amostragem, 85,77% das cisternas avaliadas tinham mais que cinco anos de construídas.

Por um lado, do universo analisado nas pesquisas (3.517 e 1.328 famílias), os resultados sinalizam elevados níveis de satisfação das famílias com a cisterna, correspondendo a 97,3% e 96,5%, respectivamente. Por outro,

o volume de água fornecido por cisterna (16 m^3), atende às necessidades de 51,44% e 57,8 % das famílias, respectivamente. Logo, as famílias cujas necessidades de água não são atendidas (48,56% e 42,2%), continuam na dependência das fontes hídricas tradicionais, muitas vezes, situadas longe das moradias e com água de má qualidade (BRITO et al., 2007b; SILVA et al., 2009). Esse fato corrobora com o entendimento de que as famílias necessitam de mais de um reservatório para armazenamento de água que oportunize água também para suas outras necessidades.

No contexto da qualidade da água, a primeira pesquisa mostrou que, aproximadamente, 56% das águas das cisternas encontravam-se dentro dos padrões de potabilidade, de acordo com a Portaria nº 518 (BRASIL, 2004). De modo geral, a não potabilidade da água nas cisternas pode ser atribuída a fatores motivados por uma gestão inadequada da tecnologia em âmbito familiar, principalmente, considerando que 58,17% e 85,9 % dos moradores retiravam a água da cisterna de forma manual; em que pesem que eventualmente as cisternas são abastecidas com águas oriundas de fontes não potáveis e, além disto, a depender da gestão individual da família a água é transportada por carros-pipa sem atender aos requisitos legais. Nesses casos, a capacitação das famílias é fundamental, principalmente, para sensibilizá-las de que a água de chuva armazenada na cisterna deve ser reservada, exclusivamente, para o consumo e, caso seja necessário um abastecimento complementar dado a uma frágil gestão do recurso ao longo do tempo, que essa água seja dotada de padrões de potabilidade.

Outro aspecto que deve ser considerado no planejamento do processo de construção das cisternas é a perspectiva das mudanças climáticas. Neste sentido, foram realizados estudos correlacionando a redução da precipitação com as áreas de captação das cisternas, sendo observada a necessidade de aumento das áreas de captação, para garantir a água de beber das famílias beneficiadas pelo programa (MOURA et al., 2007).

Finalmente, avaliando-se os níveis de satisfação expressados pelas famílias quanto à incorporação da cisterna na melhoria da qualidade de suas vidas, denota o quanto esta tecnologia é relevante para a convivência da população com a região. Isto foi evidenciado, principalmente, pelas famílias em que os parâmetros técnicos de dimensionamento das necessidades de água são atendidos e que adotam medidas de redução dos riscos de contaminação da água armazenada na cisterna. Estas famílias podem ter garantido o fornecimento de água em quantidade suficiente e com qualidade adequada, mesmo nos anos mais secos, desde que não ocorram desperdícios.

Além disto, estas famílias necessitam estar capacitadas e conscientizadas quanto ao manejo do sistema para obtenção da máxima eficiência de uso da água da cisterna, dentro dessas premissas é que no processo de formação das famílias, sobretudo, junto ao P1MC, torna-se necessário que cada família beneficiada participe de Curso de Gerenciamento de Recursos Hídricos (GRH) para posteriormente conquistar a cisterna.

5.2 Cisterna Calçadão: água de chuva para produção de alimentos

O Programa Uma Terra e Duas Águas – P1+2 foi planejado como uma oportunidade para assegurar às famílias do Semiárido brasileiro o acesso à água, para produção familiar e reduzir os riscos da irregularidade climática no contexto da produção agropecuária, proporcionando, assim, incrementos na quantidade e qualidade dos alimentos destinados às famílias (GNADLINGER et al., 2007).

Segundo Barbosa (2010), em artigo inédito, a incipiência de estruturas produtivas no Semiárido, em especial de infraestrutura hídricas, faz com que mais de um milhão de unidades de produção familiar estejam susceptíveis às intempéries do clima. Ampliar a oferta de água estocada para produção de alimentos é um passo imprescindível para debelar de vez os altíssimos índices de insegurança alimentar na região, gerar renda e ampliar a autonomia das famílias. Com o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) já foram construídas 7.500 cisternas calçadão, 403 barragens subterrâneas, 335 tanques de pedra, e um barreiro-trincheira, atendendo a 11 mil famílias, ou seja, 55 mil pessoas, aproximadamente.

Em função do tópico, discorre-se sobre cisterna calçadão, pois conceitualmente, o modelo de cisterna adotado nos dois programas, P1MC e P1+2, é o mesmo, isto é, a cisterna é construída de placas pré-moldadas, porém, no P1+2 o reservatório tem maior capacidade de armazenamento de água da chuva, em torno de 52 m^3. A Figura 1 apresenta uma cisterna calçadão instalada no Campo Experimental da Embrapa Semiárido, cultivando um pomar com diferentes espécies de fruteiras. Neste caso, a área de captação da água de chuva é uma calçada com 200 m^2, em média (DIACONIA, 2008). Esta área é suficiente para captar o volume planejado (52 m^3) em regiões com precipitações pluviométricas anuais, o que corresponde a 400 mm, aproximadamente.

Em situações em que haja disponibilidade de área de captação nos telhados das construções prediais, estes podem ser utilizados em sua totalidade ou de forma complementar. Também pode ser utilizada uma área de solo desnudo, mas, para a obtenção de uma água de melhor qualidade, recomenda-se, neste caso, que esta área seja revestida, como por exemplo, utilizando argamassa de cimento e areia, denominada, atualmente, por cisterna calçadão, de modo que promova a redução do arraste de solo para dentro da cisterna. Esta alternativa de aproveitamento de uma área no solo revestido para captação de água de chuva foi preconizada nas pesquisas realizadas pela Embrapa Semiárido na década de 1980 (SILVA; PORTO, 1982).

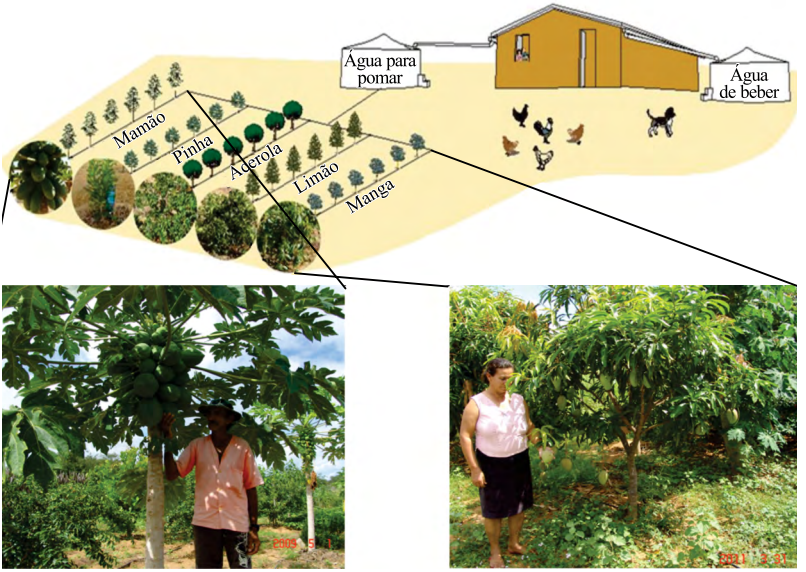
Figura 1 – Cisterna calçadão, área de captação e pomar instalados na área experimental da Embrapa Semiárido

Foto: acervo de Nilton de B. Cavalcanti.

Para subsidiar o P1+2, a Embrapa Semiárido realizou estudos visando, principalmente, ao aumento da eficiência de uso de água da cisterna pelas fruteiras e hortaliças cultivadas nas áreas do pomar e da horta doméstica. Esses estudos foram realizados em escala experimental e junto a agricultor familiar, na perspectiva de funcionar como unidades-piloto, com objetivo de definir o manejo mais apropriado da água nessas condições. As experiências adquiridas permitiram evidenciar a dicotomia entre esta forma de produção e os sistemas de cultivo até então praticados pelos produtores. A Figura 2 apresenta um pomar instalado em área privada, pertencente ao Sr. Alírio Macedo Gomes, da Comunidade de Barreiro, município de Petrolina/PE, que utiliza água de uma cisterna com capacidade de 16 mil litros, aplicada durante todo ano.

Entende-se que indagações relativas a que espécies cultivar, formas de cultivo, e em que área do pomar e, ou da horta, devem estar localizadas e arranjadas, são decisões que devem ser tomadas considerando o conhecimento do agricultor, respeitando seu interesse e o volume de água disponível na cisterna, isto é, 52 mil litros, de modo que ocorra um bom gerenciamento da água e que se oportunize que se tenha condições de aplicá-la durante todo ano, sobretudo, no período sem chuvas.

Figura 2 – Modelo esquemático da cisterna para armazenar água de beber e de produção



Fonte: Desenho de José Clétis Bezerra e fotos do acervo de Nilton de B. Cavalcanti.

Na área cultivada foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento visando ao aumento da eficiência de uso da água. Em cada cova foi formada uma microbacia para proporcionar maior aproveitamento da água de chuva e colocados restos de cultura, como medida de redução da evapotranspiração. Com o espaçamento adotado entre as fileiras das fruteiras é possível explorar culturas anuais como feijão, milho, melancia, abóbora, entre outras espécies, permitindo o aproveitamento da umidade do solo e a obtenção de maior produtividade na área explorada (Figura 3).

A aplicação de água nas fruteiras deve ser feita durante todo ano, de modo que as espécies cultivadas não sofram com estresse hídrico. Para facilitar o entendimento, a Tabela 01 contém informações sobre o volume de água aplicado em função da capacidade de armazenamento da cisterna (16.000; 25.000; 35.000 e 50.000 L), do período de aplicação de água (chuvoso: 14 semanas; intermediário: 18 semanas e sem chuvas: 20 semanas) e do número de fruteiras, seja o pomar com 30 ou 50 fruteiras (BRITO et al., 2009).

Figura 3 – Microbacias nas fruteiras e cobertura morta com objetivo de reduzir a evaporação do solo

Foto: acervo de Nilton de B. Cavalcanti.

Tabela 1 – Volume de água disponível x volume aplicado às fruteiras por ano em função do número de fruteiras e da ocorrência das chuvas na área do pomar, em Petrolina/PE

Capacidade da cisterna (L)	Período de aplicação de água (semana)	Volume de água aplicado (L/planta)		Período de aplicação de água (semana)	Volume de água aplicado (L/planta)	
		Semana	Período		Semana	Período
		30 fruteiras			50 fruteiras	
16.000	14	2,0Lx3 vezes	2.520	-	-	-
	18	3,0Lx3 vezes	4.860	18	2,0Lx3 vezes	5.400
	20	4,0Lx3 vezes	7.200	20	3,5Lx3 vezes	10.500
Volume total aplicado (L)			14.580			15.900
25.000	14	3,0Lx3 vezes	3.780	14	2,0Lx3 vezes	4.200
	18	5,0Lx3 vezes	8.100	18	3,0Lx3 vezes	8.100
	20	7,0Lx3 vezes	12.600	20	4,0Lx3 vezes	12.000
Volume total aplicado (L)			24.480			24.300
35.000	14	4,0Lx3 vezes	5.040	14	2,5Lx3 vezes	5.250
	18	7,0Lx3 vezes	11.340	18	4,0Lx3 vezes	10.800
	20	10,0Lx3vezes	18.000	20	6,0Lx3 vezes	18.000
Volume total aplicado (L)			34.380			34.050
50.000	14	5,0Lx3 vezes	6.300	14	4,0Lx3 vezes	8.400
	18	10,0Lx3 vezes	16.200	18	6,0Lx3 vezes	16.200
	20	15,0Lx3 vezes	27.000	20	8,0Lx3 vezes	24.000
Volume total aplicado (L)			49.500			48.600

Fonte: elaborada pelos autores.

Em cada período, a água é aplicada às fruteiras, no mínimo, três vezes por semana, de modo complementar às precipitações pluviométricas. Por exemplo, em um pomar com 30 fruteiras e a cisterna com capacidade para 50 mil litros de água, deve-se proceder da seguinte forma: a) Para o período de chuvas – durante catorze semanas, devem-se colocar cinco litros de água em cada fruteira, três vezes por semana. No período intermediário de ocorrência das chuvas, devem-se colocar dez litros de água por fruteira, também três vezes por semana e, finalmente, no período sem chuvas, esse volume aumenta para quinze litros de água por planta, três vezes por semana. Ressalta-se que na ocorrência de mais que 8 mm/dia de precipitação por dia, a aplicação da água é suspensa, reforçando o conceito de "produtividade de água[3]". A aplicação de água nos canteiros de hortaliças deve seguir a mesma lógica da cisterna, isto é, feita durante todo ano. À semelhança do pomar, quando ocorreram precipitações suficientes para umedecer o solo, a aplicação de água é suspensa.

Verifica-se que a diversificação da dieta alimentar das famílias agricultoras poderá ser enriquecida com o consumo das frutas e hortaliças produzidas no seu quintal produtivo, como manga, limão, pinha, goiaba, e, nas entrelinhas, como feijão, milho, jerimum, melancia, entre outras opções.

Araújo et al. (2011) concentraram esforços para identificar o valor nutricional que as frutas produzidas nos pomares podem contribuir para melhoria da dieta alimentar das famílias. Nos pomares dos agricultores foram cultivadas seis diferentes espécies de fruteiras: mangueira (*Mangifera indica L.*), aceroleira (*Malpighia emarginata*), limoeiro (*Citrus aurantifolia*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), mamoeiro (*Carica papaya*) e pinheira (*Annona squamosa L.*), que utilizam a água de chuva armazenada em uma cisterna com capacidade para 16 m^3 para aplicação como irrigação complementar durante todo ano, seguindo recomendações de Brito et al. (2011).

Nessas análises, tomaram-se por base as produções obtidas no pomar, expressas em quilogramas, que foram transformadas em vitaminas, sais minerais e fibras, segundo a composição nutricional de cada produto, seguindo orientações da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2006), descritas na Tabela 2. A produção de frutas foi obtida em apenas seis plantas de cada espécie, com apenas três anos depois de transplantadas, que avaliadas quanto ao valor nutricional (vitaminas e sais minerais) foram disponibilizadas para as famílias com alto potencial de consumo e, consequentemente, promovendo melhorias em sua dieta alimentar.

3 Exprime a relação entre a quantidade de produto (Q_{PROD}) ou de serviço (Q_{SERV}) produzido e o volume de água utilizada (V_U). Por exemplo, quantidade de grãos produzida por m^3 de água utilizada (kg/m^3) (**BLUEMLING et al. 2007)**.

Tabela 2 – Produções obtidas no pomar e composição nutricional das frutas cruas por 100 gramas de parte comestível

Alimentos	Produção (kg)	Energia (kcal)	Retinol (mcg)	Vitamina C	Niacina	Piridoxina	Riboflavina	Tiamina
				(mg)				
Acerola	357,83	33	-	941	1,4	-	0,04	-
Caju	37,3	43	-	-	-	-	-	-
Limão Taiti	58,61	32	-	-	-	-	-	0,05
Pinha	38,6	88	-	36	-	0,09	0,04	0,12
Mamão Formosa	87,92	45	-	79	-	-	0,03	0,03
Manga Haden	18,0	64	-	17	-	0,05	0,06	0,02
		Fibra dietética (g)	Cálcio	Magnésio	Zinco	Potássio	Ferro	Fósforo
			(mg)					
Acerola	357,83	1,5	13	13	0,1	165	0,2	9
Caju	37,3	1,7	1	10	0,1	124	0,2	16
Limão Taiti	58,61	1,2	51	10	-	117	0,1	11
Pinha	38,6	3,4	21	31	0,2	283	0,2	34
Mamão Formosa	87,92	1,8	25	17	0,1	222	0,2	11
Manga Haden	18,0	1,6	12	8	0,1	148	0,1	9

Fonte: adaptado de NEPA (2006).

Comparando-se a produção de acerola com sua composição nutricional, pode-se observar que foi disponibilizado pelo menos 1,0 kg de acerola por dia por família em 2010. Considerando cinco pessoas por família e que a recomendação diária de vitamina C, que está em torno de 45 miligrama/ pessoa (BRASIL, 2005), a produção de acerola supera as necessidades nutricionais de vitamina C dessa família, e que a acerola pode ser classificada como alimento fonte. Este tipo de vitamina previne hemorragias, protege os pulmões da ação dos resfriados e poluentes; auxilia na absorção de ferro presente nos alimentos vegetais, mantêm integridade da pele e mucosas e auxilia na cicatrização, além de fortalecer o sistema imunológico. As vitaminas do grupo B (Tiamina: B1 e Riboflavina: B2) são importantes para o funcionamento dos músculos e cérebro, facilita a absorção dos lipídios principalmente no cérebro; e favorece o crescimento, formação das células vermelhas do sangue, integridade da pele, mucosas e da visão, respectivamente. Além de apresentar significativos teores de sais minerais, como cálcio (13 mg), magnésio (13 mg) e potássio (165 mg) (NEPA, 2006; JOHN, 2005). Outras carências nutricionais podem ser atendidas por meio das demais frutas produzidas.

No contexto das necessidades nutricionais das famílias brasileiras, no período de 2008-2009 foram realizados estudos com objetivo de identificar sua condição nutricional, sendo apontado pelos resultados que a disponibilidade média de alimentos correspondeu a 1.611 kcal por pessoa por dia, sendo de 1.536 kcal no meio urbano e de 1.973 kcal no meio rural (IBGE, 2010). Esses estudos também indicam que alimentos básicos de origem vegetal corresponderam a 45% das calorias totais, seguido com 28%, alimentos essencialmente calóricos e, com 19%, produtos de origem animal. Frutas, verduras e legumes corresponderam a apenas 2,8% das calorias totais, ou, cerca de um quarto das recomendações para o consumo desses alimentos, que correspondem, em média, a 400 gramas diárias, ou seja, cerca de 9% a 12% das calorias totais de uma dieta de 2.000 kcal diárias (GUIA..., 2005; apud IBGE, 2010).

Uma das formas de promoção à saúde é adquirir hábitos nutricionais saudáveis, visto que, uma alimentação equilibrada e balanceada é um dos fatores fundamentais para o bom desenvolvimento físico, psíquico e social das crianças, jovens e adultos (RODRIGUES et al., 2010). Assim, a água armazenada na cisterna pode se constituir em alternativa que garanta a produção de frutas e de hortaliças, oferecendo grande diversidade de alimentos fontes de vitaminas e sais minerais, além de excelente fonte de fibra, sendo

vista como alternativa para as famílias do Semiárido brasileiro que buscam melhorias em sua dieta alimentar. As frutas são fontes de vitaminas, sais minerais e fibras que exercem papéis fundamentais no organismo. A carência das vitaminas no plano alimentar, ou a má absorção e utilização destas, podem causar deficiências específicas e surgimento de doenças.

5.3 Cisterna de placas: água para consumo dos animais

Nas comunidades rurais com extrema limitação de recursos hídricos, captar e armazenar a água de chuva em cisternas para consumo pelos animais poderá proporcionar rendimentos significativos em seu desempenho, consequentemente, ganhos para agricultores familiares, tendo em vista que durante a maior parte do ano, estes não dispõem de reservas de água para alimentar seu rebanho, principalmente, os caprinos e ovinos, que também são exigentes em águas de boa qualidade.

Do ponto de vista da qualidade, águas com altos teores de sais, assim como aquelas que contêm elementos contaminantes e argila em suspensão, representam perigo para os animais, podendo afetar a qualidade da carne e do leite produzidos, a ponto de torná-los inadequados ao consumo, como, também, provocar distúrbios fisiológicos e morte, com consequentes perdas econômicas (AYERS; WESTCOT, 1991; COLACELLI, 1997). Para melhorar a qualidade e aumentar a disponibilidade de água para o consumo dos animais no Semiárido brasileiro, várias tecnologias são citadas na literatura, porém, nem sempre essas alternativas são apropriadas ao sistema de produção utilizado pela maioria dos agricultores familiares da região, principalmente os caprinocultores, por apresentarem custos elevados. Diante disto, foi construído, no Campo Experimental da Embrapa Semiárido, em Petrolina/PE, um sistema de captação e armazenamento de água de chuva com a finalidade de fornecer água para um pequeno rebanho de caprinos. O sistema é constituído por área de captação, um sistema de filtragem, uma cisterna de 16.000 litros e o bebedouro dos animais (BRITO et al., 2005).

De modo semelhante ao dimensionamento das necessidades de água para consumo da família, devem ser seguidos os mesmos critérios, isto é, considerar o número total de animais, do consumo de água e do período seco. Também, dimensionar uma área que permita captar o volume de água requerido pelos animais, considerando a precipitação média (P_M) local e a eficiência de escoamento dessa área. No dimensionamento do sistema, foi considerado que um animal caprino consome, em média, 4,5 litros de

água por dia, independente da idade. Segundo Devendra (1978), citado por Embrater (1984), nos trópicos, estima-se em 4,0 - 4,5 L/dia de água por quilograma de matéria seca ingerida pelo animal. O peso médio do caprino é de 25 kg; logo, considerando 4% do consumo da matéria seca por dia, o volume de água necessário ao animal corresponde a 4,5 L/dia.

No esquema apresentado, do tanque de armazenamento (T_A) ou cisterna para o bebedouro (B_{EB}) dos animais, o sistema funciona por gravidade. O bebedouro foi subdividido em duas partes, sendo que uma delas contém uma boia para manter a lâmina de água constante de 0,15 m aproximadamente, visando atender o consumo dos caprinos. Na parte em que fica a boia, há uma tampa de alvenaria para impedir que os animais provoquem danos ao sistema e às tubulações e conexões (Figura 4).

Figura 4 – Cisterna para captação e armazenamento de água de chuva para pequenos animais

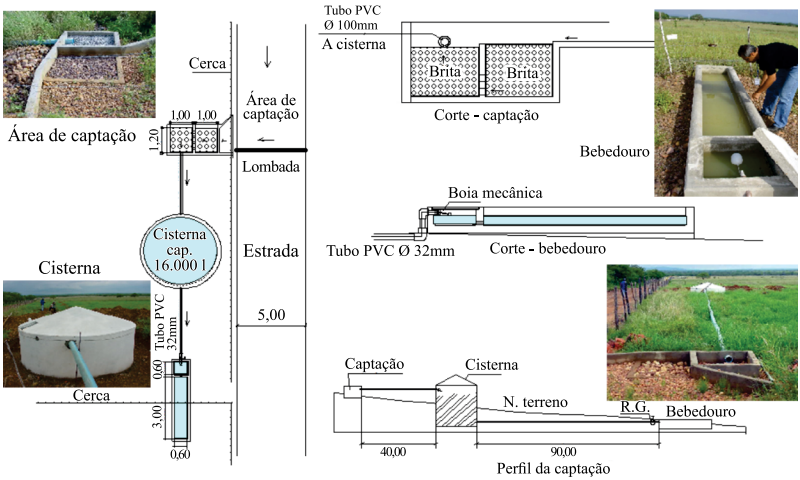


Foto: acervo de Nilton de B. Cavalcanti (2005).

Quanto à estimativa de custos e viabilidade econômica: O custo total do sistema, com orçamento de janeiro de 2005, foi de R$ 2.060,83 (dois mil e sessenta reais e oitenta e três centavos). Porém, pode-se observar que um dos itens de maior custo foi a tubulação que interliga o sistema de filtragem ao tanque e ao bebedouro, que, em outras condições de maior declividade,

teriam custos menores. Estabelecendo-se um período de financiamento do sistema completo (cisterna, filtros, tubulações, bebedouro) correspondendo a 15 anos, a uma taxa de juros de 3,0 % ao ano, e desconsiderando-se o valor da depreciação, isto é, fim da vida útil da cisterna, o custo anual do investimento foi estimado em R$ 172,63 (cento e setenta e dois reais e sessenta e três centavos). Como a cisterna construída tem capacidade para 16 m^3, ou seja, 16 mil litros, o custo da infraestrutura de abastecimento para caprinos é de R$ 10,79 (dez reais e setenta e nove centavos) por metro cúbico de água, a valores de 2005.

Entende-se que a captação de água de chuva que objetive usos múltiplos, cisternas 16 mil litros (abastecimento familiar: beber, cozinhar, higiene bucal), cisternas para a produção de alimentos (cisterna calçadão, cisterna enxurrada) e cisternas para dessedentação animal, são tecnologias de fácil replicabilidade e constituem estratégias importantes na perspectiva de segurança alimentar no semiárido brasileiro, devendo ser assumidas enquanto política de estado pelo governo brasileiro que contribuirá significativamente para o desenvolvimento sustentado da região.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cisternas de placas pré-moldadas representam hoje no imaginário do povo do semiárido um elemento forte que contribui para a autoestima de milhares de famílias, ao cessarem as longas caminhadas feitas, sobretudo, por mulheres, crianças e jovens, e associado ao ato simbólico do aposento da lata d'água; esse movimento acarreta um impacto substantivo na vida dessas pessoas. Para as mulheres, constata-se que essas dispõem hoje de mais tempo para suas outras atividades, enquanto observou-se que junto às crianças e jovens essas em média, permanecerão mais tempo na escola, e, assim, obterão um nível de escolaridade maior, consequentemente, terão impacto significativo na renda dessas famílias.

Outras pesquisas dão conta da diminuição de doenças relacionadas à água quando as famílias dispõem de uma cisterna. Quanto à oportunidade de produzir nos quintais e demais espaços do entorno da casa, resultado das cisternas calçadão, observa-se que esses reservatórios têm melhorado a qualidade de vida das famílias à medida que a perspectiva de segurança alimentar é privilegiada, dada a diversidade e a qualidade dos alimentos produzidos e, das criações, característica forte da agricultura familiar do semiárido.

O resultado e impacto direto dessas tecnologias sociais, apoiadas pelo governo federal anterior e atual, tanto no processo de execução a partir da perspectiva de formação assumida pelas organizações da sociedade civil organizada, como também revelado pelas diversas pesquisas já realizadas sobre a captação e uso da água de chuva apontam que o P1MC e P1+2 trouxeram elementos importantes e têm mudado o cenário do Semiárido brasileiro, tanto no contexto de aumento da disponibilidade hídrica, quanto na melhoria da dieta das famílias, com o incremento de vitaminas e sais minerais.

Os processos de construção de cisternas estão atrelados a uma dinâmica social em edificação no semiárido brasileiro, como exemplo, a ação do P1MC em 1.076 municípios, ou seja, o programa se fez/faz presente em 95% dos municípios do semiárido brasileiro, onde nesses, cerca de 3.000 organizações da sociedade civil discutem, mobilizam famílias e comunidades e aprofundam os temas relativos *à* convivência com o semiárido. Essas organizações reunidas em estruturas que denominamos de Comissões Municipais são instâncias importantes de controle social dos programas P1MC e P1+2.

Entende-se que uma ação de universalização do atendimento de famílias no semiárido, a partir da água de consumo, como sinalizou a política do Plano Brasil Sem Miséria, deveria privilegiar essa capacidade política já instalada nos municípios.

A concepção das cisternas de placa traduz a resistência do povo do semiárido, revelam sentimentos, pertencimento e evocam outros desafios que na verdade se constituem em demandas pulsantes para o desenvolvimento da região, tais como: acesso à terra para famílias agricultoras pobres, financiamento adequado às aptidões da agricultura familiar e coerente com a perspectiva ambiental da região que privilegie a agroecologia, assistência técnica que assuma uma abordagem sistêmica nos agroecossistemas do semiárido, estímulos governamentais à conservação e reprodução de espécies animais e vegetais tradicionais, entrelaçamento das políticas públicas para a região.

Compreende-se que a erradicação da miséria da região semiárida, com o compromisso claro de democratização do acesso à água, reúne elementos importantes para se tornar uma política exitosa, desde que os processos que envolvam o acesso a água desencadeiem o exercício da cidadania e que possam ser indutores da melhoria de indicadores socioeconômicos, a partir do aumento da capacidade e diversificação produtiva das famílias agricultoras.

As cisternas devem ser entendidas não como doações de reservatórios única e simplesmente para a captação de água, com suas diversas finalidades associadas, mas assumidas como conquista de todos os agricultores e agricultoras do semiárido brasileiro que almejam alcançar a dignidade de viver com plenitude na região.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina/PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande/PB. **Anais...**, Campina Grande/PB: Embrapa Algodão; Petrolina/PE: Embrapa Semiárido, 2001. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, J. de O; BRITO, L.T. de L.; CAVALCANTI, N. de B. Frutas produzidas com água de chuva armazenada em cisterna melhoram a dieta alimentar das famílias rurais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7, 2011, Fortaleza. **Anais...**, 2011. 1 CD-ROM.

ASA. ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO. Caminhos para a convivência com o Semiárido (Cartilha). 2.ed. Recife: ASACOM, 2008.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução H. R. Gheyi; J. F. Medeiros; F. A. V. Damaceno. Campina Grande, PB: UFPB,1991. 218 p. (FAO: Irrigação e Drenagem; 29) Revisado 1.

BAPTISTA, N. Q; CAMPOS, C.H. **Processos e dinâmicas na construção de políticas de convivência com o Semiárido**. Texto referencial ao Curso de Formação em Gestão Pública, Acesso à água e convivência com o Semiárido. Rede de Segurança Alimentar e Nutricional, 2011.

BARBOSA, A. G. ASA – **Sociedade civil na construção de políticas de convivência com o Semiárido**. Recife, 2010.

BLACKBURN, D.M.; RETAMAL, Y. P. B.; LIMA, M.; JALFIM, F.; VIANA, A. A.; FARIAS JÚNIOR. M. Avaliação da contaminação microbiológica de água para consumo doméstico na região de atuação da Diaconia no Semiárido nordestino. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 4., 2003, Juazeiro, BA. **Anais...**, Juazeiro/BA: ABCMAC; Petrolina/PE: Embrapa Semiárido, 2003. 1 CD-ROM.

BLUEMLING, B.; YANG, H.; PAHL-WOSTL, C. Making water productivity operational - a concept of agricultural water productivity exemplified at a wheat–maize cropping pattern in the North China plain, **Agric. Water Manage**, v. 91, p.11-23, 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Ciência e Tecnologia. **Portaria Interministerial n° 1**, de 09 de marco de 2005. Diário Oficial, Brasília, 11 de março de 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução 269**, de 23 de setembro de 2005. O regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Secretaria de Vigilância Sanitária. D.O.U., 23 de setembro de 2005.

_____. Fundação Serviços de Saúde Pública. **Manual de Saneamento**. Rio de Janeiro, RJ. 2.ed. rev. e atualizada, 1981.

_____. **Portaria nº 518**, de 25 de março de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1, p. 266.

_____. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 236p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional dos Recursos Hídricos**: iniciando um processo de debate nacional. Brasília, DF, 2004.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; GNADLINGER, J.; PEREIRA, L. A. Cisterna: alternativa hídrica para melhorar a dieta alimentar das famílias do Semiárido brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 7., 2009 [Caruaru]. **Anais...**, Caruaru: ABCMAC: Embrapa Semiárido/Amas-NE, 2009. 1 CD-ROM.

BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; CAVALCANTI, N. de B. Cisterna rural: água para o consumo animal. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007a. cap. 5, p. 105-116.

BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; GNADLINGER, J.; XENOFONTE, G. H. S. Análise da qualidade das águas de cisternas em cinco municípios do Semiárido brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 3.; SEMINÁRIO ESTADUAL DE AGROECOLOGIA, 3., 2005, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis: ABA, 2005. 1 CD-ROM.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; D'AVILA, O. A. Avaliação técnica do programa de cisternas no Semiárido brasileiro. In: VAITSMAN, J.; PAES-SOUSA, R. (Org.). **Avaliação de políticas e programas do MDS:** resultados. Brasília, DF: MDS: SAGI, 2007b. cap. 5, p. 199-234.

BRITO, L.T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; ARAÚJO, J. de O. Frutas produzidas com água de chuva armazenada em cisterna melhoram a dieta alimentar das famílias rurais. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO, 3., 2011, Juazeiro. **Anais...**, Petrolina: Embrapa, 2011. 1 CD-ROM.

COLACELLI, N. A. **Calidad de água para bebida animal**. 1977. Disponível em: <http://www.tucuman.com>. Acesso em: 8 mar. 2005.

DIACONIA. **Convivendo com Semiárido** - Construção da Cisterna Calçadão 52.000 litros; Série Compartilhando Experiências nº 5. Recife, 2008.

EMBRATER. EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL **Criação de cabras leiteiras**. Brasília, DF, 1984. (Embrater. Didática, 4).

GALINDO, E. C. M. **Intervenção rural e autonomia**: a experiência no Semiárido/ASA em Pernambuco. Recife: Editora Universitária, UFPE, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: Avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/ pof/2008_2009_aval_nutricional/default.shtm>. Acesso em: 15 ago. 2011.

IETC. INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTRE/UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Source book of alternative technologies for freshwater augmentation in Latin America and the Caribe**. Richard Meganck, Walter Rast, Kirk P. Rodgers. (Org.). Washington: IETC-UNEP, 1997.

JOHN, A. J. B. Minerais. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11.ed. São Paulo, 2005.

LEFF, E. **Saber ambiental**. Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis e México: Editora Vozes, Pnuma, 2001.

MALVEZZI, R. **Semiárido: uma visão holística**. Série Pensar o Brasil e Construir o Futuro da Nação. Brasília: Confea, 2007.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; SÁ, I. I. de; LEITE, W. de M. Influência da precipitação pluviométrica nas áreas de captação de água de chuva na Bahia**.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 6., 2007, Belo Horizonte. Água de chuva: pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável: **Anais...**, Belo Horizonte: ABCMAC/Embrapa Semiárido/UFMG, 2007. 1 CD-ROM.

NEPA. NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. T113 Versão II. Campinas: Nepa-Unicamp, 2006.

OPAS/OMS. **Água – La desinfección del agua.** 1999. Disponível em <http://www.paho.org/Spanish/HEP/HES/agua.htm >. Acesso em: 17 fev. 2006.

PORTO, E. R.; GARAGORRY, F. L.; SILVA, A. de S.; MOITA, A. W. **Risco climático**: estimativa de sucesso da agricultura dependente de chuva para diferentes épocas de plantio I. Cultivo do feijão (Phaseolus vulgaris L.). Petrolina/PE: Embrapa-CPATSA, 1983. (Embrapa-CPATSA Documentos, 23).

RODRIGUES, K. S.; DOURADO, J. G.; TENÓRIO, A. C. Alimentação saudável: qualidade de vida para a todos. X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, Recife:UFRPE. **Anais...**, Recife, 2010.

SILVA, A. de S. **Avaliação da sustentabilidade do programa cisternas do MDS em parceria com a ASA (Água-Vida)**: relatório técnico final. Petrolina: Embrapa Semiárido: Funder: FAO: SAGI: DAM: MDS, 2009.

SILVA, A. de S. PORTO, E. R.; LIMA, L. T.; GOMES, P. C. F. **Cisternas rurais**: captação e conservação de água de chuva para consumo humano, dimensionamento, construção e manejo. Petrolina/PE: Embrapa-CPATSA: Sudene, 1984. (Embrapa-CPATSA. Circular Técnica, 12).

SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L.; ROCHA, H. M. **Captação e conservação de água de chuva no Semiárido brasileiro:** cisternas rurais II - água para consumo humano. Petrolina: Embrapa-CPATSA: SUDENE, 1988. (Embrapa-CPATSA. Circular Técnica, 16).

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. **Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do trópico semiárido do Brasil**: tecnologias de baixo custo. Petrolina/PE: Embrapa-CPATSA, 1982. (Embrapa-CPATSA. Circular técnica, 14).

SILVA, R. M. A. **Entre o combate** à **seca e a convivência com o Semiárido**: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Brasília: UNB, 2006, 298p. Tese (Doutorado). Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

Capítulo 2

Barragem subterrânea

Maria Sonia Lopes da Silva
Alexandre de Oliveira Lima
Márcia Moura Moreira
Gizelia Barbosa Ferreira
Antônio Gomes Barbosa
Roseli Freire de Melo
Manoel Batista de Oliveira Neto

1 INTRODUÇÃO

Em 2003, Barlow e Clarke (2003), com base em estudos realizados sobre o uso da água, estimaram que, em aproximadamente 20 anos, até 2/3 da população estaria vivendo com uma forte escassez de água. Passados apenas dez anos dessa estimativa, a Organização Meteorológica Mundial (WMO) divulgou, em 2014, em seu relatório "Declaração sobre o estado do Clima", que o Nordeste brasileiro viveu em 2013 a pior seca dos últimos 50 anos.

O Brasil está incluído entre os países com maior reserva de água doce do mundo, porém, devido às suas dimensões geográficas e diversidade climática, algumas regiões sofrem problemas graves de escassez de água, como o Semiárido nordestino (BRASIL, 2004), demandando, consequentemente, uma política eficaz de gestão da água para essa região. Os avanços mais importantes, no que concerne às preocupações relativas à água, ocorreram,

especialmente, em termos de legislações específicas para o setor, como a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), que contempla a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 2010), como instrumento de gestão, definido para fundamentar e orientar a implementação dessa política, e que tem como objetivo geral:

> Estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

O Brasil abriga a maior região semiárida contínua do mundo, com área superior a um milhão de quilômetros quadrados – dos quais 50% está dentro do território do Nordeste e parte do Norte de Minas –, e uma das mais densamente habitadas. Porém, seu maior problema, segundo Barbosa (2008) não é a aridez do clima, nem a escassez de água, mas a ausência de uma representação política sintonizada com os legítimos anseios da população, ou seja:

> A uma ação política articulada com as reais necessidades da população, que desate o nó histórico que construiu a insana concentração de terra, água, poder econômico e político na mão de poucas famílias, em contraste a população expropriada dos seus direitos mais elementares de cidadania.

A cada período de estiagem nessa região, milhares de pessoas não conseguem satisfazer suas necessidades de acesso à água e, consequentemente, aos alimentos básicos. Com os precários índices de qualidade de vida e a sazonalidade da produção, obtendo-se produtos apenas em um determinado período do ano, os agricultores familiares dessa região estão migrando para as grandes cidades ou para outras regiões, aumentando assim os problemas sociais. Como agravante, ainda deve-se mencionar as mudanças climáticas que vêm acarretando a diminuição cada vez mais da oferta de água nas áreas dependentes de chuva (IBGE, 2009).

Este cenário torna evidente a demanda por mais políticas públicas de apoio aos agricultores familiares das áreas dependentes de chuva, pois o que se tem feito ainda é muito pouco, considerando a dimensão do Semiári-

do e o nível de carência que ainda se vê em muitas comunidades da região. Para Barbosa (2008), o uso criterioso da água, bem como a sua distribuição equitativa, seja em termos quantitativos como qualitativos, representa um grande desafio para os órgãos gestores dos recursos hídricos, de pesquisa e desenvolvimento e da sociedade civil.

Nesse sentido, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vem, desde 1975, trabalhando com alternativas de captação de água de chuva para diferentes usos no meio rural do Semiárido brasileiro, de forma a tornar essas alternativas acessíveis às famílias agricultoras das áreas com escassez de chuvas, e assim, reduzir os efeitos das adversidades ambientais e socioeconômicas da região.

A sociedade civil também tem desempenhado papel fundamental no acesso e usos da água para a região. Desde 1999, por meio da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), vem atuando no desenvolvimento social, econômico, político e cultural do Semiárido brasileiro. A ASA é uma rede formada por mais de 4.000 organizações da sociedade civil que atuam na gestão e no desenvolvimento de políticas de convivência com a região semiárida (BARBOSA et al., 2014).

As universidades e as Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas) também têm tido participação efetiva no avanço da construção do conhecimento para o aproveitamento da água de chuva nas comunidades da região semiárida, fomentando ações de pesquisa e desenvolvimento que visam à sustentabilidade da agricultura familiar nessas áreas dependentes de chuvas.

Como resultado da atuação dos Governos Federais e Estaduais e da Sociedade Civil, atualmente existe um conjunto de tecnologias de captação de água de chuva que vem sendo utilizado em todo Semiárido brasileiro, por meio de programas de políticas públicas. Essas tecnologias visam ao maior aproveitamento da água de chuva, de forma a promover o uso eficiente e a manutenção da quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Essas tecnologias possibilitam o acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente para nutrir e manter a saúde das famílias da região. Entre essas tecnologias, a barragem subterrânea (Figura 1) destaca-se como uma alternativa de captação de água de chuva que tem contribuído para o melhor convívio das famílias com o Semiárido (LIMA et al., 2018; ROCHA et al., 2007).

O presente capítulo tem como objetivo mostrar que as experiências com barragens subterrâneas estão proporcionando o redesenho do Semiárido

brasileiro por meio da universalização do acesso à água às famílias das áreas dependentes de chuva, desde que se levem em consideração os aspectos técnicos e sociais da tecnologia.

Espera-se contribuir com a construção horizontal do conhecimento coletivo no que diz respeito à tecnologia barragem subterrânea, com as mudanças nas comunidades que historicamente convivem com as adversidades do clima Semiárido, bem como subsidiar políticas públicas, voltadas para estimular a inclusão social e produtiva das famílias e dos agroecossistemas rurais da região.

Figura 1 – Barragem subterrânea, município de Afrânio/PE

Foto: acervo de Carlos Alberto Silva.

2 HISTÓRICO

2.1 No mundo

Segundo Hanson e Nilsson (1986), há registros do uso de barragens de fluxo de água subterrânea que remontam à época do Império Romano, na Sardenha, e às civilizações antigas do Norte da África. Desde o início do século XVIII, segundo Ponçano (1981), as barragens subterrâneas vêm sendo utilizadas principalmente no Norte e Sudeste da África, Índia, Israel e Irã.

Tigre (1949), em seu artigo sobre barragens subterrâneas, relata que os primeiros estudos desenvolvidos com o aproveitamento de águas subterrâneas foram desenvolvidos na Califórnia, na década de 1895. Ainda segundo Tigre (1949), desde a década de 1940, os agricultores a partir da vivência com os recursos naturais da região semiárida e da necessidade de sobreviver naquele ambiente, foram experimentando e adaptando alternativas que proporcionassem às suas famílias um melhor convívio com a adversidade do clima. Uma dessas alternativas foi barrar, com pedras ou argila, os leitos de rios e riachos da propriedade visando a conservar a água no solo por mais tempo.

Cirilo(2003), porém, afirma que trabalhos anteriores aos de Tigre (1949) já relatam o uso da irrigação em pomares e nas plantações de hortaliças a partir da água armazenada em barragem subterrânea, nas regiões agrícolas da Calábria e da Sicília, na Itália.

Uma das referências mais antigas (CONTI, 1938) trata da construção de uma barragem subterrânea no leito do rio Los Sauces, nas proximidades da cidade de La Rioja, na Argentina, com 96 m de comprimento e 6,20 m de altura. O canal drenante dessa barragem possui uma vazão de 450 L/s, com capacidade para irrigar 1.000 ha. Há ainda relatos da construção de barragens subterrâneas com vistas à exploração de uma agricultura de vazante, realizada por hidrogeólogos franceses no Saara (IPT, 1981).

2.2 No Brasil

As primeiras notícias de barragem subterrânea no Brasil se deram na Região Nordeste. Entretanto, há divergência quanto à época e o local onde se instalaram as primeiras unidades. Para Brito et al. (1989), há indícios na literatura que uma das primeiras barragens subterrâneas construídas foi

em 1887, numa propriedade particular no Estado do Rio Grande do Norte. Silva (1998), afirma, porém, que a primeira barragem subterrânea foi construída em 1919, na região semiárida da Paraíba, com exploração da cana-de-açúcar e arroz.

Já nos relatos de Silva e Rego Neto (1992), e Costa (1998), as primeiras barragens subterrâneas foram construídas na década de 1920, pelas famílias agricultoras da região do Seridó, RN, que utilizaram o barro batido como material impermeabilizante na parede e cultivaram espécies forrageiras em sistema de agricultura de vazante.

Apesar de todas essas experiências, somente a partir de 1935, a barragem subterrânea ganhou destaque no Nordeste brasileiro, por meio de ações da Inspetoria de Obras Contra as Secas (atualmente Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS), que tinha como um de seus objetivos a construção de algumas unidades em rios intermitentes, no Município de Mossoró, RN (IPT, 1981).

A divulgação internacional, entretanto, só veio em 1951, pela Unesco, por meio do "Projeto Maior para a Zona Árida", documento que sintetizava técnicas de captação de água empregadas por vários países (BENVENUTO; POLLA, 1982).

Em 1959, a Unesco, em trabalho realizado sobre abastecimento hídrico, para o 1º Batalhão de Engenharia do Exército, no município de Carnaúba dos Dantas, RN, sinalizou a possibilidade de construção da primeira barragem subterrânea a partir de estudos efetuados com mais critérios técnicos, no entanto não se tem relato se de fato foi construída (COSTA et al., 2000). Em 1965, o então DNOCS, construiu sua primeira barragem subterrânea, na cidade de Tauá/CE, no depósito aluvial do rio Trici (IPT, 1981).

Em 1982, a Embrapa Semiárido, na época Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (CPATSA), iniciou estudos com barragem subterrânea, construindo na Estação Experimental de Manejo da Caatinga, em Petrolina, PE, três barragens subterrâneas sucessivas (BRITO et al., 1989).

Por volta de 1985/1986, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) construiu barragens subterrâneas submersas para desenvolvimento de pesquisas sobre a qualidade da água armazenada no rio Palhano, na bacia do rio Jaguaribe, CE; e nos rios das Cobras e dos Quintos, na bacia do rio Seridó, RN (COSTA, 1998). Em 1986, a Minérios de Pernambuco S. A. construiu três barragens subterrâneas no Alto Sertão de Pernambuco, todavia, por se localizarem nas cabeceiras de pequenos riachos, com redu-

zidas áreas de captação, não chegaram a acumular água. Em 1988, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) iniciou estudos em aluviões no sertão e agreste do estado, visando à construção de barragem subterrânea para produção, principalmente, de hortaliças (CIRILO, 2003).

Em 1989, a Embrapa publica o Boletim de Pesquisa sobre barragem subterrânea (BRITO et al.,1989), no qual se abordam as questões pertinentes aos parâmetros técnicos de sua construção, manejo e custos de implantação.

Em 1995, o Departamento Nacional de Pesquisas Minerais (DNPM) construiu na bacia do rio Pajeú, sete barragens subterrâneas com o objetivo de melhorar as vazões dos cacimbões existentes (SILVA, 2006). Em 1997, é publicado a apostila (COSTA, 1997) "Manual de Barragens Subterrâneas", no qual, além das descrições sobre as condições necessárias para uma correta locação e construção, fornece elementos sobre a capacidade de acumulação e os custos de construção. Essa apostila, posteriormente, foi atualizada e publicada como capítulo (COSTA, 2004) de livro.

Uma das experiências bem-sucedida com barragem subterrânea no Nordeste brasileiro foi a da Fazenda Pernambuca, no Município de São Mamede, no Seridó Ocidental/PB. Foram construídas, em 1987, três barragens subterrâneas com oito poços amazonas à sua montante, que asseguraram a irrigação de 44 ha de mangueiras para exportação, cujo destino era a Europa (COSTA et al. 2000). Atualmente, não se sabe a situação dessas barragens.

Em Minas Gerais, principalmente no Vale do Jequitinhonha, onde há uma forte presença da agricultura familiar, é registrado um número significativo de barragens subterrâneas construídas desde 2000, pelas Organizações Não Governamentais (ONGs) Cáritas Diocesana de Araçuaí e Visão Mundial, por meio do Projeto Água é Vida. Este programa constava de ações de Convivência com o Semiárido que primava pela melhoria da qualidade de vida das comunidades rurais, pela difusão de tecnologias apropriadas de captação e armazenamento de água de chuva (cisternas familiares, cisternas comunitárias, poços amazonas e barragens subterrâneas), além de trabalhar um processo contínuo e sistemático de capacitação, com o apoio de lideranças e famílias diretamente envolvidas. A partir de 2009, o Norte de Minas Gerais passou a integrar o Programa Uma terra e Duas Águas (P1+2), com 110 unidades barragens subterrâneas construídas até o momento. O P1+2, é um programa do Governo Federal que está sendo implantado em todo Semiárido brasileiro pela ASA, desde 2007. O 1 da expressão P1+2, significa terra para produção e o 2 corresponde a dois tipos

de água (primeira água – água potável para consumo humano e a segunda água - água para produção de alimentos).

Em 2002, na bacia hidrográfica do Rio Una, localizada nos municípios de Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia, região dos Lagos, RJ, foram construídas quatro barragens subterrâneas, pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio de Janeiro (Emater, RJ), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro) e a Secretaria Municipal de Agricultura, Pesca e Meio Ambiente de Iguaba Grande. As barragens subterrâneas foram construídas no âmbito do Projeto Águas da Terra, com recurso do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), objetivando proporcionar alternativas para irrigação de lavouras em regiões onde ocorrem longos períodos de estiagem. Umas das barragens de Iguaba Grande foi tema de dissertação pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), avaliando o impacto da implantação na microbacia onde está inserida, bem como na produção agrícola da região (FREITAS, 2006).

Desde 2009, na microbacia Brejo da Piedade, em Quissamã, no Norte Fluminense, também no Rio de Janeiro, a barragem subterrânea vem proporcionando produção de leite, além de irrigar áreas de milho e cana de açúcar.

3 TIPOS DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

A barragem subterrânea é definida como sendo uma técnica de armazenar água da chuva dentro do perfil do solo, com o objetivo de permitir ao agricultor a prática de uma agricultura de vazante e/ou subirrigação. Nos últimos anos, a técnica ficou amplamente conhecida, principalmente depois de se tornar uma das alternativas tecnológicas para programas do Governo Federal no Semiárido. Entretanto, o termo barragem subterrânea foi universalizado independentemente do ambiente a ser implantada e do método de construção utilizado, com isso acarretando alguns transtornos que têm gerado problemas estruturais com influência diretamente na capacidade de acumulação, na disponibilidade da água e na utilização da unidade implantada (LIMA, 2013).

Na tentativa de elucidar dúvidas no uso da terminologia “barragem subterrânea”, sem, no entanto, esgotar o assunto, o presente item trará algumas reflexões sobre os tipos de barragens que acumulam água dentro do solo.

Existem dois tipos de estrutura hidráulica que possuem a função de barrar fluxo de água, dentro do solo: a barragem subterrânea submersa e a barragem subterrânea submersível (SANTOS; FRAGIPANI, 1978; IPT, 1981; OLIVEIRA; LEITE, 1984; MONTEIRO, 1984; SILVA; REGO NETO, 1992). A escolha de uma ou de outra depende de uma série de fatores que será descrito adiante.

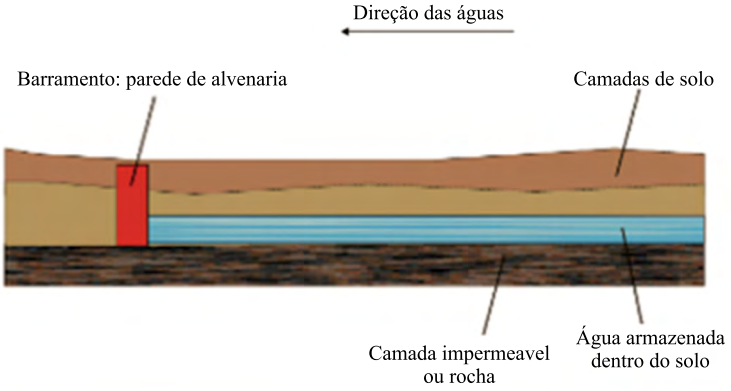
3.1 Barragem subterrânea submersa

É aquela que possui a parede totalmente dentro do perfil do solo (subsolo), barrando apenas o fluxo de água subterrâneo (Figura 2). Costa (2004) recomenda para esse tipo de barragem ambiente em cursos d'água intermitente, rios e riachos de grande vazão e uma razoável área de recarga a montante do local de construção, tendo consequentemente boa reserva hídrica.

A construção da parede pode ser de concreto ou alvenaria, sendo mais utilizado o plástico de polietileno de 2 micra. A limitação desse tipo de barragem é a necessidade da presença de aluviões mais profundos e de recargas subterrâneas suficientes para possibilitar o aproveitamento pleno da água. Segundo Costa (2004), há necessidade de solos com profundidade mínima de 1,5 m para que exista uma boa acumulação subterrânea.

Na Índia, foi constatado o uso desse tipo de barragem subterrânea nos rios Palar e Swarnamukhi (SENTHILKUMAR; ELANGO, 2011). No Japão, há registros de barragens subterrâneas submersas, tanto com o objetivo de utilização da água para irrigação quanto para contenção de intrusão salina (ISHIDAET al., 2003). No Semiárido da Turquia, também há relatos da utilização de barragem subterrânea submersa (APAYDIN, 2009). No Brasil, esse modelo, segundo Lima (2013), é muito utilizado pelas empresas de extensão rural do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará.

Figura 2 – Desenho esquemático do funcionamento de uma barragem subterrânea submersa (imagem superior). Barragem subterrânea submersa em área de agricultor (imagem inferior), município de Sertânia/PE

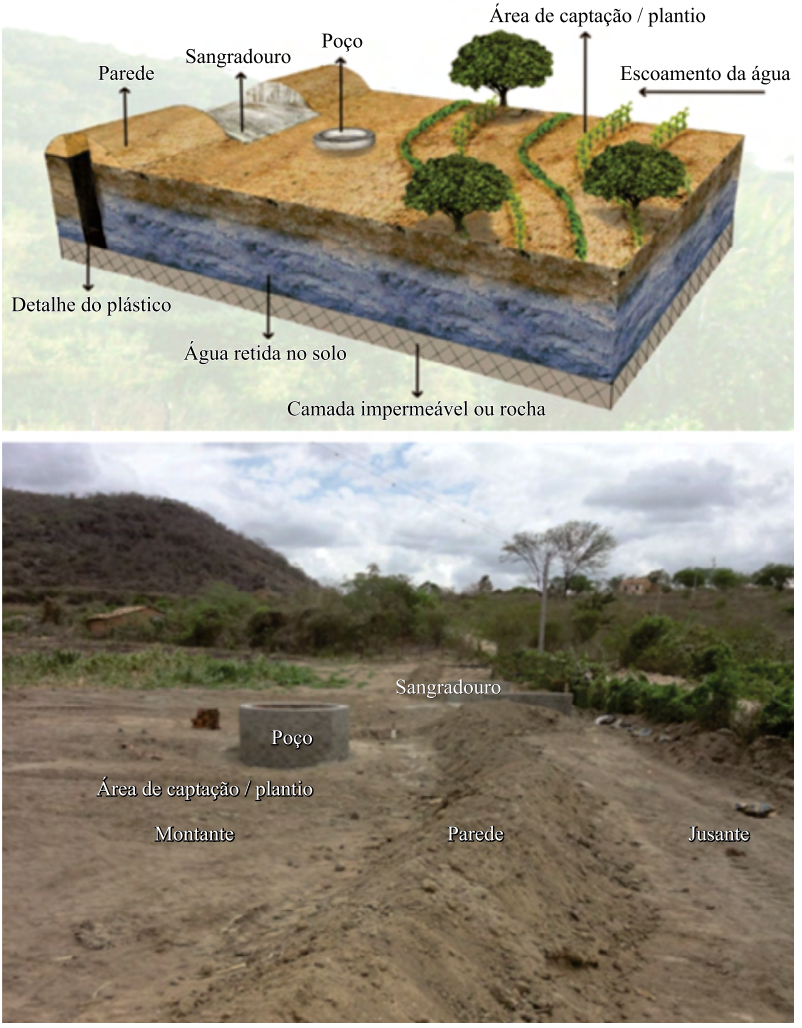


Fonte do desenho: IPT (1981).
Foto: acervo de Maria Sonia Lopes da Silva.

3.2 Barragem subterrânea submersível

É uma estrutura hidráulica formada por uma parede que parte da camada impermeável ou rocha até uma altura acima da superfície do terreno, objetivando barrar, além do fluxo de água subterrâneo, o superficial também, de tal forma que na época das chuvas se forme um pequeno lago temporário a montante (SILVA et al., 2011). Essa água acumulada vai se infiltrando lentamente, proporcionando um maior armazenamento dentro do solo e, consequentemente, uma maior disponibilidade de água para as culturas, por um período de tempo mais prolongado, após as chuvas (Figuras 3). A parede acima do solo possibilita com o tempo o acúmulo gradativo de sedimentos proporcionando maior capacidade de armazenamento de água. Esse tipo de barragem pode ser utilizado em leito de rio e riacho, de pequena a média vazão, e em linhas de drenagem (“caminhos d’água”).

Figura 3 – Desenho esquemático do funcionamento de uma barragem subterrânea submersível (imagem superior). Barragem subterrânea submersível em área de agricultor (imagem inferior), município de Pedra/PE



Desenho gráfico: Jhones Gomes Lopes.
Foto: acervo de Maria Sonia Lopes da Silva.

É uma tecnologia com a função de maximizar o armazenamento do escoamento superficial, bem como o tempo de permanência da água no solo (RAJU; REDDY; MUNIRATHNAM, 2006). A sua parede pode ser de alvenaria, concreto, argila compactada (barro batido) ou de plástico, sendo esse último o mais usado. A escolha do material depende do ambiente onde vai ser construída e da sua disponibilidade no local. Esse tipo de barragem é constituído por uma área de captação, que é a mesma de plantio; parede da barragem, conhecida também como septo impermeável; um sangradouro (vertedouro) que tem a função de escoar o excedente de água em anos de chuvas acima da média local e, quando possível, por um poço (Figura 3). Como se trata de uma tecnologia que retém água dentro do solo e construída na região semiárida, deve-se atentar para um manejo do solo, água e cultivos que previnam problemas futuros de ocorrência de salinização.

As barragens subterrâneas submersíveis são também uma das tecnologias que vêm sendo adotadas para captação e armazenamento da água da chuva na Índia, pelo governo e as organizações não governamentais. É também muito utilizada na Etiópia e Kenya (RAIN, 2008). No Brasil esse tipo de barragem vem sendo muito utilizado nas pequenas propriedades rurais de todo o Semiárido.

Em monitoramento (SILVA et al., 2005a; SILVA et al., 2005b) realizado pela Embrapa Solos UEP Recife, em alguns estados do Semiárido do Nordeste, foi detectado um número considerável de barragens subterrâneas submersíveis com parede de plástico, construídas em leito de rios de forte vazão, que foram destruídas pela força da água, em anos de chuvas acima da média. A escolha equivocada do tipo adequado a ser implantado em determinado ambiente traz como consequência desperdício do investimento aplicado e frustração na família, mesmo decorridos alguns anos após a sua construção. Nesse monitoramento, foi, também, detectado o rompimento de um número significativo de sangradouros em barragens subterrâneas, principalmente nas submersíveis em leito de rios e riachos. Nessas áreas, a maioria utilizava o sangradouro modelo Embrapa que é indicado para barragens em linhas de drenagem natural, como será visto adiante. Hoje, os sangradouros, na sua maioria, estão sendo construídos com estrutura de alvenaria/concreto.

Antes de se construir qualquer estrutura hídrica no Semiárido brasileiro é recomendado sempre se trabalhar levando-se em consideração a média de chuva da região e os anos atípicos, bem como o ambiente, o tipo e o modelo da estrutura que se pretende implantar. É determinante na implantação de

uma unidade produtiva de barragem subterrânea que se saiba o tipo a ser utilizado, se barragem subterrânea submersa ou submersível, e isso dependerá do local disponível, do ambiente (se em leito de rio ou linhas de drenagem), da vazão da água, do relevo/declividade e do tipo de solo e sua profundidade.

4 MODELOS DE BARRAGENS SUBTERRÂNEAS DESENVOLVIDAS NO BRASIL

A partir dos tipos de barragens subterrâneas foram desenvolvidos alguns modelos que se diferenciam pela introdução de algumas inovações.

4.1 Barragem subterrânea submersível modelo Embrapa

A Embrapa Semiárido foi a pioneira em pesquisas sobre barragens subterrâneas submersíveis, construindo em 1982, três unidades sucessivas (sequenciadas) em uma das suas estações experimentais (SILVA, 2006).

Nesses estudos foram testados a utilização do plástico de polietileno de 200 micras, como material impermeabilizante (até então eram utilizados o concreto e a argila compactada); a construção em linhas de drenagem natural ou caminhos d'água (até então eram utilizados os leitos de rios e riachos); e a utilização de sangradouro, construído com plástico, tela do tipo "pinteiro" e argamassa de cimento, brita e areia. Na pesquisa, foram também avaliados o uso e o manejo do solo e da água e cultivos de feijão, milho e sorgo na área de plantio/captação. Esse modelo (Figura 4) ficou conhecido como Modelo Embrapa e foi desenvolvido objetivando primordialmente aumentar a oferta do acesso ao uso da água em áreas de agricultura familiar, diminuindo os custos de construção pelo uso do plástico, em vez de concreto, e por ampliar as áreas aptas para construção.

A barragem subterrânea submersível modelo Embrapa proporciona o armazenamento da água da chuva dentro do perfil do solo com formação e/ou elevação do lençol freático, proporcionando a exploração de uma agricultura de vazante (SILVA, 2006; SILVA et al., 2007a; BRITO et al.,2015). Segundo Lima et al. (2013), uma vantagem desse modelo é a possibilidade de ampliação das áreas de construção de barragens no Semiárido, já que este tipo de barragem subterrânea submersível pode ser construído fora de área aluvional, em locais com solos de textura média. Ainda de acordo com esse

autor, "é nessa realidade, que essa metodologia funciona a partir da interrupção do escoamento superficial em pequenas áreas de captação e posterior infiltração, gerando áreas propícias para o cultivo de espécies alimentares".

Figura 4 – Barragem submersível modelo Embrapa. Petrolina/PE

Foto: acervo de Maria Sonia Lopes da Silva.

4.2 Barragem subterrânea submersa modelo Costa & Melo

Em 1988, a partir de estudos da UFPE em aluviões do Sertão de Pernambuco (SILVA, 2006), foi testado um modelo de barragem subterrânea submersa, tendo como inovação a utilização do plástico de 200 micras, à semelhança do Modelo Embrapa, em leito de rio/riacho de forte vazão e a construção de um poço amazonas a montante da parede. Esse modelo permite irrigar extensas áreas por meio da irrigação por bombeamento de água a partir desse poço (Figura 5). O modelo ficou conhecido como Costa & Melo em homenagem aos seus criadores e constitui-se em barragens subterrâneas de maior porte comparativamente às do modelo Embrapa.

Figura 5 – Barragem submersa modelo Costa & Melo, em Pernambuco

Fonte: acervo de Oliveira; Alves; França (2010).

4.3 Barragem subterrânea submersível modelo ASA

Em 1994, foram iniciadas ações de desenvolvimento com barragem subterrânea em leito de rios e riachos pela sociedade civil, por meio da ONG Centro de Assessoria e Apoio aos Trabalhadores (Caatinga), na região do Araripe, usando a argila compactada como septo impermeável. Foi a partir do Caatinga que os movimentos sociais começaram a trabalhar com barragem subterrânea (COSTA, 2004; LIMA et al., 2013), permitindo a ampliação do uso dessa tecnologia.

Em 2007, a ASA implantou unidades pilotos de barragem subterrânea submersível nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Piauí e Sergipe, utilizando um modelo a partir das experiências do Caatinga e ao criado pela Embrapa, com algumas inovações.

O modelo ASA (Figura 6) possui como principal inovação o uso do plástico como material impermeabilizante no aproveitamento de leitos de rios ou riachos de vazão média, até então utilizado em linhas de drenagem (modelo Embrapa) ou em rios/riachos de grande vazão (modelo Costa &

Melo). Outra inovação, diz respeito ao sangradouro que nesse modelo é fundamentalmente de alvenaria/concreto, o que propicia maior sustentação em anos de precipitação acima da média. Possui, também, à semelhança do modelo Costa e Melo, um poço a montante da parede, porém, devido ao porte da barragem, é do tipo cacimbão em vez de amazonas. O poço permite a retirada da água para diversos fins, como, por exemplo, para irrigação por gravidade, além de contribuir para o processo de renovação da água na bacia de acumulação, dessedentação humana e animal. Para Lima et al. (2013), a irrigação por gravidade adicionou um ganho significativo à tecnologia por permitir um uso mais eficiente da água, principalmente no período de estiagem.

Figura 6 – Barragem subterrânea modelo ASA Brasil. Senador Rui Palmeira/Alagoas

Foto: acervo de Maria Sonia Lopes da Silva

O modelo ASA inovou também na metodologia de seleção das famílias a serem contempladas. Antes da seleção há todo um processo de sensibilização e capacitação das famílias agricultoras por meio de oficinas e de intercâmbios de construção horizontal do conhecimento sobre barragem subterrânea, com a valorização do saber tradicional local. É o modelo utilizado pelas ONGs associadas a ASA, dentro do Programa P1+2.

O modelo da ASA, bem como o da Embrapa, apesar de armazenarem menores quantidades de água, em função da sua construção em área com menores permeabilidades, quando comparado ao modelo Costa & Melo; possibilitam às famílias a oportunidade de cultivar com o aproveitamento do espelho de água formado ou no sistema de agricultura de vazantes.

4.4 Barragem subterrânea submersível modelo Serra Negra do Norte

Segundo Lima (2013), esse modelo foi utilizado pela primeira vez no Município de Serra Negra do Norte/RN, do qual derivou sua denominação. As barragens subterrâneas Serra Negra do Norte (Figura 7a e 7b) se diferenciam dos outros modelos pelo seu maior porte, maior capacidade de acumulação hídrica, tanto superficial como subterrânea, tornando-o um modelo mais oneroso em relação aos demais. Esse modelo possibilita a perenização de trechos de rios intermitentes em virtude da sua construção sequenciada (sucessiva). É um modelo muito utilizado na região do Seridó e, mais recentemente, nos municípios de Umarizal, Caraúbas e Campo Grande, no Rio Grande do Norte.

Figura 7 – Barragens subterrâneas sucessivas, modelo Serra Negra do Norte, construídas no leito do rio Umari, em Umarizal, RN. Local de interceptação do fluxo de água (imagem à esquerda; Área perenizada à montante do local de interceptação (imagem à direita)

Fonte: acervo de Lima (2013).

5 SELEÇÃO DE LOCAL ADEQUADO - PARÂMETROS/ CRITÉRIOS PARA CONSTRUÇÃO

Na escolha do local adequado para construção de uma barragem subterrânea independentemente se submersa ou submersível, deve-se levar em consideração alguns parâmetros/critérios (SILVA et al., 2001; CAVALCANTI et al., 2006; BARBOSA et al., 2014; MELO et al., 2011, BRITO et al., 2015):

- **Local**: podem ser construídas em leitos de rio, riacho ou em linhas de drenagem natural (linhas ou "caminhos" d'água).
- **Capacidade de armazenamento do reservatório**: não construir em áreas próximas as nascentes, devido à baixa recarga local. A construção de barragem subterrânea deve ser efetuada em local que possua uma razoável área de recarga a montante, consequentemente, uma boa reserva de água. Caso seja construído em nascentes, atentar para não criar muitas expectativas de ter água armazenada por período significativo de tempo.
- **Solo**: os solos mais adequados são os aluviais. Porém, os solos de textura que variam de média a arenosa (grossa) apresentam ótimos potenciais para os modelos Embrapa e ASA. Em solos muito arenosos e secos, ocorrem constantes desmoronamentos dos taludes, que dificultam o trabalho. Nesses solos, facilmente se encontra a água, que deve ser bombeada para baixar seu nível e permitir a escavação até a camada impermeável (piçarra).
- **Camada impermeável (massapê, piçarra, cabeça de carneiro, salão etc.) ou rocha**: deve estar a uma profundidade efetiva mínima em torno de 1,5 m, para justificar o barramento, e no máximo de 4,0 m – 4,5 m (nos modelos Embrapa e ASA). A profundidade máxima pode ultrapassar este limite, mas atenção deve ser dada para o perigo de desmoronamento, principalmente em casos de solos arenosos.
- **Relevo**: a declividade deve ser de, no máximo, 0,4 a 2% para proporcionar uma maior área de molhamento.
- **Qualidade da água**: de preferência sem problemas com sais.
- **Vazão do rio, riacho ou linhas de drenagem**: evitar áreas que possuam vazão média anual forte a muito forte, quando da locação de barragens submersíveis, evitando-se assim problemas de rompimen-

to na parede e sangradouro. Neste caso, é aconselhável a construção de barragem subterrânea submersa ou barragem submersível Serra Negra do Norte.

- **Clima**: quando se deseja implantar uma unidade de barragem subterrânea é importante se ter conhecimento das condições do clima, principalmente da frequência e média anual das chuvas, sua intensidade e sua duração; além da variação de temperatura e umidade local, que influenciam efetivamente na eficiência e na escolha do tipo e modelo da barragem subterrânea a ser adotado. O local deve possuir uma precipitação média mínima de 200 mm anuais, bem distribuída, para proporcionar acúmulo na barragem subterrânea. As barragens subterrâneas são apropriadas para regiões de clima seco, ou seja, com deficiência de chuva. A Embrapa está desenvolvendo estudos no sentido de definir este valor mínimo que hoje é um dado empírico baseado nas experiências dos técnicos e das famílias.
- **Rocha**: deve-se ter uma noção prévia sobre o tipo de rocha que ocorre na área. As rochas duras (rochas cristalinas) são as mais recomendadas por serem impermeáveis, como por exemplo as rochas denominadas ígneas (granito) e metamórficas (gnaisse). Rochas moles não são recomendadas para construção de barragem subterrânea porque são permeáveis e absorvem umidade. Exemplo disso são as rochas sedimentares (arenito, calcário etc.). Outro aspecto importante é que mesmo nas rochas duras, podem ocorrer as fraturas e mergulhos, ocasionando perda de água na área de acumulação/plantio.
- **Abertura de trincheiras**: recomenda-se abrir, pelo menos três trincheiras, ao longo da linha onde será aberta a vala da parede, visando a identificar os locais das ombreiras (extremidades da parede) e do sangradouro. Caso sejam abertas três, duas devem ser em cada extremidade (partes mais rasas) e uma terceira na parte mais profunda da vala.
- **Empoderamento da família**: a seleção da família a ser beneficiada é de extrema importância. Atentar para a necessidade e o interesse dela, para que haja o efetivo empoderamento da tecnologia.

6 PRINCIPAIS CLASSES DE SOLOS DO SEMIÁRIDO E SEU USO EM BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

De acordo com o Zoneamento Agroecológico do Nordeste, realizado pela Embrapa, a região foi compartimentada em 20 Grandes Unidades de Paisagens (UPs - constituem áreas relativamente homogêneas que denotam a estreita relação entre as características ecológicas de um território, ou seja, são áreas com características morfoestruturais e/ou, geomorfológicas e/ou, geográficas homogêneas), que agrupam 172 Unidades Geoambientais (UGs – são áreas cujo material de origem do solo, vegetação natural, o modelado e a natureza e distribuição dos solos na paisagem, apresentam um conjunto de associações recorrentes, cuja variabilidade é mínima, de acordo com a escala cartográfica), as quais demandam políticas públicas e tecnologias bastante diferenciadas (SILVA et al., 2000).

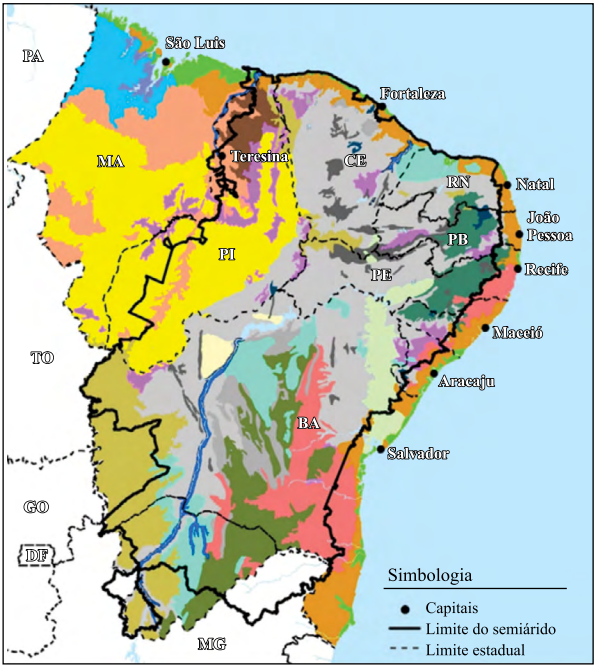
Grande parte dessas UPs está inserida na região semiárida, especialmente a UP da Depressão Sertaneja (Figura 8) que se caracteriza, principalmente, pela predominância de rochas cristalinas; relevo pouco movimentado, com ocorrência de elevações residuais do tipo inselbergues com altitude de 500 a 800 m; clima seco, com baixas precipitações pluviométricas e altas temperaturas; solos rasos e pedregosos. Nesses ambientes há ocorrência de rios e riachos com áreas de baixios e várzeas, onde predominam Neossolos Flúvicos que por suas características de textura, profundidade e posição na paisagem apresentam potencial para construção de barragens subterrâneas (NASCIMENTO et al., 2015).

Um dos aspectos técnicos fundamentais na construção de barragens subterrâneas é a avaliação prévia das características do solo da área e do ambiente onde se pretende implantar uma unidade produtiva. É importante que se faça avaliação dos solos no contexto da paisagem da bacia de captação, bem como dos aspectos geológicos da área. O entendimento mínimo sobre o solo e o ambiente é, também, importante na formação dos multiplicadores, por contribuir com conhecimentos que refletirá em uma melhor divulgação da tecnologia e em melhores condições para se recomendar um manejo adequado do solo e da água, assim como opções de cultivos mais propícios às condições ambientais locais (SILVA et al., 2010a).

A partir dos critérios técnicos recomendados para a construção de barragens subterrâneas e de monitoramento realizado em algumas unidades produtivas, foi realizada uma prospecção das principais classes de solo do

Semiárido do Nordeste brasileiro por meio da sobreposição desses critérios técnicos com as características das classes de solo constantes em Silva et al. (2000), objetivando discutir suas potencialidades e limitações no processo de locação e construção, bem como no posterior uso em barragens subterrâneas.

Figura 8 – Distribuição das UPs no Semiárido do Nordeste brasileiro com destaque para a Depressão Sertaneja



Legenda Unidades de Paisagem

- A - Chapas Altas
- B - Chapadas Intermediárias e Baixas
- C - Chapadas Diamantina
- D - Planalto da Borborema
- E - Superfícies Retrabalhadas
- F - Depressão Sertaneja
- G - Superfícies Dissecadas dos Vales dos Rios Gurgueis, Parnaíba, Itapecuru e Tocantins
- H - Superfícies Dissecadas Diversas
- I - Bacias Sedimentares
- J - Superfícies CárticasL - Tabuleiros Costeiros
- L - Tabuleiros Costeiros
- M - Baixada Litorânea
- N - Grandes Áreas Aluviais
- O - Golfão Maranhense
- P - Grande Baixada Maranhense
- Q - Dunas Continentais
- R - Complexo de Campo Maior
- S - Maciços e Serras Altas
- T - Maciços e Serras Baixas
- U - Serrotes, Inselbergues e Maciços Residuais

Fonte: Embrapa.

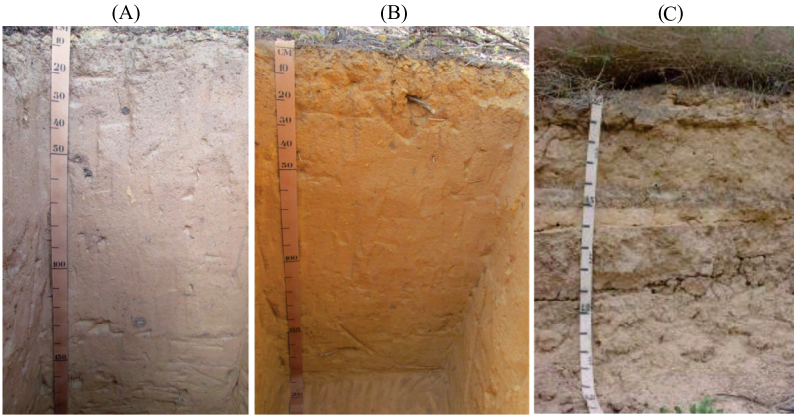
6.1 Potencialidades das principais classes de solos do Semiárido do Nordeste brasileiro para a construção de barragens subterrâneas

- *Solos de textura arenosa*

Solos de textura arenosa como os Neossolos Quartzarênicos típicos (Figura 9a), geralmente não são aptos para barragem subterrânea devido a serem muito profundos (mais de 5 m) e possuírem baixa capacidade de retenção de água. Porém quando estes solos apresentam uma camada impermeável a 3 m de profundidade, e certo teor de argila como os Neossolos Quartzarênicos Latossólicos (Figura 9b), podem ser utilizados com bons resultados. Estes solos apresentam melhores retenções de água nos horizontes mais profundos devido aos maiores teores de partículas finas (argila).

Os Neossolos Flúvicos (aluviões) são os mais comumente usados para construção de barragens subterrâneas em leito de riacho (Figura 9c). Porém, especial atenção tem que ser dada para a profundidade, quando no caso do Modelo Embrapa, que só admite sua construção em solos com profundidade de até 4 m, devido a maior resistência e segurança do plástico quanto à vazão da água. Leitos de rios e riacho que possuem vazão (força da correnteza) forte a muito forte apresentam solos profundos.

Figura 9 – (A) Neossolo Quartzarênico típico; (B) Neossolo Quartzarênico latossólico; e (C) Neossolo Flúvico



Fotos: arquivo Embrapa Solos Recife.

Em se tratando dos Neossolos Flúvicos é fundamental o conhecimento da vazão do riacho e, consequentemente, da profundidade do solo, antes de se decidir qual tipo de material vai ser utilizado na construção da parede, para que não se coloque em risco a estrutura da barragem, quando de um ano com chuvas muito além da média da região. Chamamos a atenção de que estas limitações no que diz respeito à profundidade, vazão da água e, consequentemente, ao material utilizado na parede se aplica às barragens subterrâneas submersíveis.

Em rios ou riachos onde os solos apresentem profundidades maiores e com grande vazão, é recomendada a construção de barragem subterrânea submersa com septo impermeável/parede em alvenaria ou de pedra e cimento. Outro aspecto a considerar em rios com forte vazão é o intervalo de tempo entre grandes eventos de chuva. Mesmo onde o histórico aponte ocorrências de chuvas a cada 10 - 20 anos, não é aconselhável a construção de barragem subterrânea de plástico, pois a forte vazão em anos atípicos de chuva danifica ou mesmo rompe o septo impermeável (parede), comprometendo todo investimento.

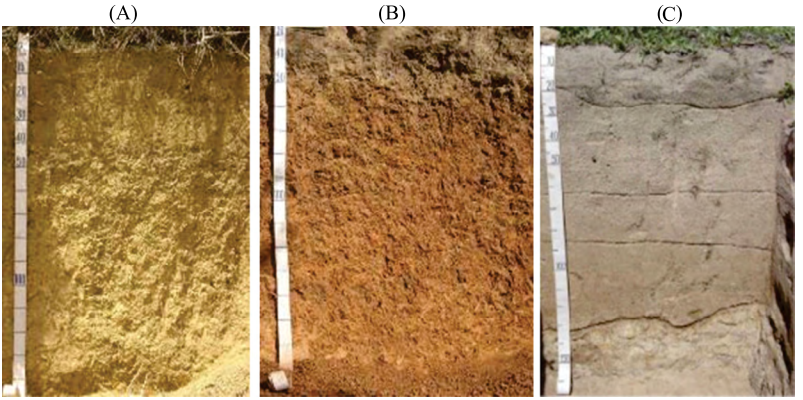
- *Solos de textura média/argilosa*

Os solos com textura média/argilosa podem apresentar propriedades favoráveis, proporcionando maior retenção de água e nutrientes e melhores condições de manejo, principalmente no período de chuvas. Os Argilosos Amarelos (Figura 10a) e Argissolos Vermelho-Amarelos (Figura 10b) com textura média/argilosa são solos que ocorrem com grande frequência no Semiárido e nos quais podem ser locados barragens subterrâneas com maior garantia de sucesso devido às suas características de média fertilidade e condições físicas favoráveis, mesmo quando apresentam camada de impedimento superior a 1,0 m de profundidade.

O impedimento físico proporciona um comportamento peculiar nesses solos que pode ser favorável em termos de suprimento de água às plantas, principalmente na região semiárida. A baixa disponibilidade de água nas camadas aráveis é compensada pelos horizontes subsuperficiais, apresentando um aumento da capacidade de armazenamento. Essa característica, aliada a uma menor permeabilidade e uma moderada capacidade de infiltração, permite uma maior e mais demorada condição de armazenamento de água nessa zona de impedimento e acima dela, o que para barragem subterrânea constitui característica favorável.

Os Planossolos (Figura 10c) que apresentam uma camada superficial arenosa de 1 a 2 m de profundidade imediatamente acima de outra argilosa estão sendo muito utilizados para a construção de barragens subterrâneas no Semiárido do Nordeste brasileiro. Por ser um solo que tem como uma de suas características a presença de sais, possui sérias limitações quanto ao uso, sendo recomendado para cultivos de espécies tolerantes como feijão-de-corda, cana-de-açúcar, limão rugoso, tangerina, batata-doce, abóbora, melão, abobrinha, algodão, coco, beterraba, pepino, pastagem, entre outras. Onde não se tem essa camada arenosa, os Planossolos estão sendo utilizados para produção de água para irrigar as áreas no entorno com cultivo de fruteiras, hortaliças, forragem e grãos, por meio do bombeamento da água do poço localizado à montante da parede. É fundamental que se tenha conhecimento das potencialidades e limitações do solo da área de plantio da barragem subterrânea, pois a partir desse conhecimento se escolherá o manejo e os cultivos adequados.

Figura 10 – (A) Argissolo Amarelo; (B) Argissolo Vermelho Amarelo; e (C) Planossolo com camada superficial arenosa de 1 - 2 m de profundidade

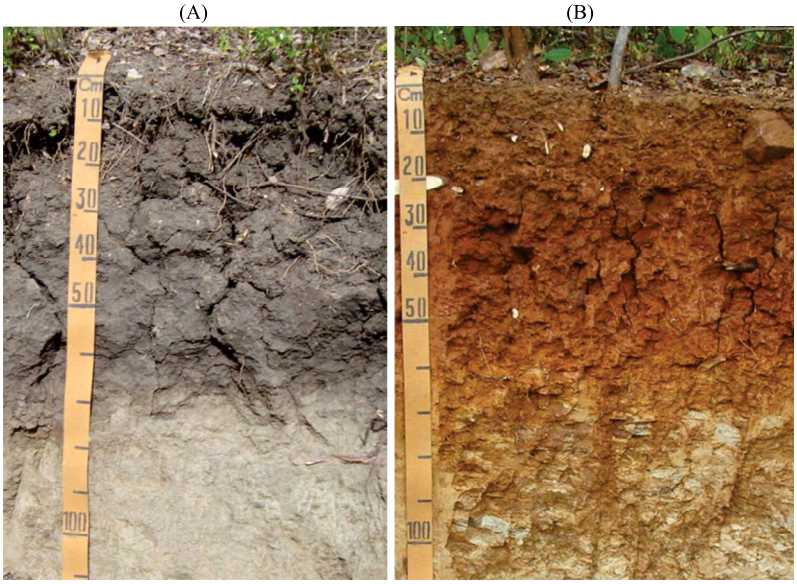


Fotos: arquivo Embrapa Solos UEP Recife.

• *Solos de textura argilosa e muito argilosa*

Os solos argilosos e muitos argilosos como os Vertissolos (Figura 11a), os Luvissolos Crômicos vertissólicos (Figura 11b) e outros com características vérticas, apesar da alta a média fertilidade natural, não são viáveis para construção de barragem subterrânea em consequência da sua composição mineralógica essencialmente de minerais do tipo 2:1 (ex.: montmorilonita, vermiculita, mica, etc.), o que confere a estes solos características de expansão e contração conforme o teor de umidade. Essas características podem comprometer a estrutura da parede proporcionando vazamento, bem como dificultar o manejo da área de plantio, dentro da bacia hidráulica, durante o período chuvoso, devido o alto teor da argila que adere facilmente ao implemento, e quando o solo seca fica duro a muito duro, dificultando, da mesma forma de quando úmido, o manejo do solo. Além dessas características, eles apresentam limitações como a baixa permeabilidade, baixa condutividade hidráulica, alta capacidade de retenção de água e baixa velocidade de infiltração, condições que propiciam acúmulo de sais na superfície, o que é indesejável para barragem subterrânea.

Figura 11 – (A) Vertissolo e (B) Luvissolo Crômico vertissólico



Fotos: arquivo Embrapa Solos UEP Recife.

- *Solos rasos e poucos profundos*

Os solos rasos, como os Neossolos Litólicos (Figura 12), e solos pouco profundos (< 100 cm) não são recomendados para locação de barragens subterrâneas por proporcionarem pouca acumulação de água. Os Neossolos Litólicos, por definição, não são recomendados para uso agrícola convencional, mas podem ser utilizados com pastagens ou para preservação ambiental.

O conhecimento e a experiência do agricultor e do técnico responsável pela implantação da tecnologia serão decisivos para a locação, construção, uso e manejo da mesma. Em certas situações, o agricultor dispõe de uma área apropriada para a construção da barragem subterrânea no que diz respeito às condições de relevo e disponibilidade de água, entretanto, o solo não é o mais adequado. Tal situação não deve ser encarada como um impedimento definitivo à sua implantação. Conhecendo-se o ambiente, pode-se planejar um uso e manejo adequados às suas características. Isto não implica dizer que se pode construir barragens subterrâneas em todo tipo de solo. O técnico e o agricultor têm que ter o conhecimento técnico aliado ao bom senso.

Figura 12 – Neossolo Litólico

Fotos: arquivo Embrapa Solos UEP Recife.

7 CONSTRUÇÃO, MANEJO DO SOLO, DAS CULTURAS, DA ÁGUA E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM SUBTERRÂNEA

7.1 Construção

Independentemente do tipo e modelo da barragem subterrânea, sua construção é feita no período seco (verão), escavando-se uma vala, manualmente ou com retroescavadeira, no sentido transversal da descida das águas até a rocha ou camada impermeável (Figura 13a). Em seguida, faz-se a limpeza da parede, que fica a jusante, eliminando-se materiais pontiagudos que venham danificar o plástico (raízes, pedras e torrões).

Dentro da vala, estende-se um plástico de polietileno com espessura de 200 micra por toda sua extensão. O plástico dentro da vala se constitui na parede/septo impermeável (Figura 13b). Nessa parede, nas barragens subterrâneas submersíveis, deve ser feito um sangradouro/vertedouro (Figuras 13c) para eliminar o excedente quando das chuvas torrenciais. Após o plástico estendido, a vala deve ser fechada com a terra que foi retirada na sua abertura, porém antes se deve retirar as pedras, torrões e raízes maiores e mais pontiagudos. O fechamento da barragem subterrânea pode ser manual ou com pá mecânica, preferencialmente deve ser manual para ir descartando os materiais pontiagudos. E aí a barragem subterrânea está pronta. No caso de barragem subterrânea, independentemente do tipo, construída em ambiente de rio ou riacho é recomendado à construção de um poço (maiores detalhes no subitem 7.3 Manejo da água) dentro de sua área de plantio (Figura 13d).

Figura 13 – (A) Vala da parede aberta; (B) Plástico estendido formando a parede/septo impermeável; (C) Detalhe do sangradouro pronto e vala fechada com plástico enterrado, formando a parede/septo impermeável; (D) Barragem subterrânea em produção com poço construído a sua montante.

(A)

(B)

(C)

(D)

Fotos A, B, C: Acervo de Maria Sonia Lopes da Silva
Foto D: Acervo Asa Brasil

7.2 Manejo do solo e das culturas

No manejo da barragem subterrânea é recomendado o uso de práticas agroecológicas, com o preparo do solo da sua área de plantio sendo feito após as primeiras chuvas, à semelhança do sistema de plantio de agricultu-

ra de vazante, onde o plantio é feito acompanhando a linha da água (curva de nível), podendo-se utilizar para isso implementos, preferencialmente à tração animal (SILVA et al., 2007a; MELO et al., 2013. Porém, a área próxima ao sangradouro (onde há maior acúmulo de água) não deve ser plantada no início das chuvas, pois podem ocorrer, durante o período chuvoso, precipitações acima da média, causando perda de sementes e de mudas, e consequentemente, do plantio. Nessa área é melhor plantar mais próximo do final do período chuvoso. Uma alternativa que pode ser usada nessa área próxima ao sangradouro é o plantio de arroz e de algumas variedades de capim, que suportem áreas alagadas. Recomenda-se, também, a cada dez linhas de plantio abrir um sulco de contenção para diminuir a força das enxurradas em anos de chuvas torrenciais (SILVA et al., 2007b). Como se trata de uma tecnologia na qual a água fica armazenada dentro do solo aconselha-se o acompanhamento da fertilidade e dos níveis de saís no solo por meio de análise do solo a cada dois anos, evitando assim a perda da sua capacidade produtiva (SILVA et al., 2010b).

No que diz respeito às práticas culturais e de manejo do solo para barragem subterrânea, orienta-se que sejam adotadas: rotação de culturas; cultivos consorciados; diversificação de cultivos; adubação orgânica com a utilização de esterco bem curtido, tortas vegetais, cobertura "morta", adubação verde, composto orgânico e biofertilizante (SILVA et al., 2012). No controle fitossanitário é recomendado o uso de inseticidas naturais a exemplo dos macerados de Nim, urtiga, entre outras (BARBOSA et al., 2006).

7.3 Manejo da água

Como a barragem subterrânea é uma tecnologia recomendada para o Semiárido, na qual a água fica armazenada no solo por um período de tempo considerável, sugere-se que não seja construída em locais onde a fonte de água e/ou o solo possua histórico de presença de sais. Como já mencionado, é aconselhável realizar análise do solo a cada dois anos para acompanhar os níveis de sais, evitando-se assim problemas de salinidade (SILVA et al., 2010a).

Nas barragens localizadas em leito de rio ou riacho, é recomendado se construir um poço na área de plantio/captação, na parte mais profunda do terreno, aproximadamente a 5 m da parede, permitindo a renovação da água; consumo pelas criações; irrigação do seu entorno; e no período seco, a própria barragem subterrânea. O poço pode ser revestido com anéis de

cimento ou tijolos ou placas pré-moldadas (LIMA, 2007; CAVALCANTI et al., 2006; BOTELHO et al., 2011). O poço permite ainda o acompanhamento do nível da água dentro do solo, bem como facilita a coleta de água para análise de sua qualidade. Essa análise da água é recomendada a cada dois anos, coletando-se nos períodos de estiagem e durante as chuvas, respectivamente (SILVA et al., 2010b; SILVA et al., 2010c).

7.4 Manutenção

É recomendado sempre manter o plástico coberto pelo solo, aumentando assim a sua longevidade; deixar as plantas espontâneas crescerem em cima da parede e posteriormente roçar, deixando-as no local como cobertura morta, diminuindo a incidência dos raios solares; reforçar as laterais com pedras para evitar processos erosivos; colocar pedras a jusante do sangradouro ou fazer tipo uns degraus de cimento (alguns locais chamam de "espinha de peixe") ou ainda plantar capim, visando a amortecer a força da água quando do escoamento do excedente, evitando assim processos erosivos a jusante da parede; realizar reparos no sangradouro, caso haja problemas de rachadura ou outro dano qualquer; aumentar a altura da parede e do sangradouro à medida que for aumentando a camada de sedimentos na área de plantio; alguns agricultores adotam manter capim, que suporte alagamento, na frente da parede (montante) como medida de proteção da mesma. No caso das barragens com poço ficar atento para sua manutenção e limpeza e possíveis reparos em rachaduras e quebra na borda.

Há relatos nos quais a caixa d'água apresentava rachaduras, por ficar exposta ao sol. Para superar esse problema, as ONGs estão construindo as caixas d'águas com anéis de cimento, tijolos ou placas pré-moldadas.

8 ALTERNATIVAS DE CULTIVOS

Os cultivos na barragem subterrânea variam com o interesse econômico de cada região e de cada agricultor. Em geral, nos estados da Bahia e de Pernambuco, as barragens subterrâneas são tradicionalmente cultivadas, principalmente, com feijão-de-corda ou macassa, milho, batata-doce, mandioca, guandu e forragem. No Rio Grande do Norte, em região onde chove uma média anual de 1.000 mm, há agricultores produzindo arroz. No Alto Sertão da Paraíba, produz-se manga para exportação (COSTA et al., 2000)

e na região do Cariri, Brejo e Curimataú, PB, são cultivados além do milho e feijão, também hortaliças, plantas condimentares, medicinais, forragem e flores. É muito comum em todo o Semiárido, o cultivo de fruteiras para consumo familiar, tais como limão, goiaba, pinha, acerola, caju, manga, entre outras. Mas, em se tratando de fruteiras, recomenda-se o seu plantio às margens/encostas da barragem para melhor aproveitamento da umidade nas camadas inferiores do solo, uma vez que possuem sistema radicular mais profundo; e para evitar possíveis sombreamento das culturais anuais.

9 EXPERIÊNCIAS DA EMBRAPA EM PESQUISA PARTICIPATIVA COM BARRAGEM SUBTERRÂNEA

Na Embrapa, as pesquisas participativas com captação e armazenamento de água de chuva em barragem subterrânea com enfoque sistêmico tiveram início efetivamente em 2004, pela Embrapa Semiárido, com o apoio financeiro do Banco do Nordeste do Brasil (BNB). As pesquisas foram desenvolvidas em três estados do Nordeste (Bahia, Pernambuco e Paraíba). Agricultores, técnicos e pesquisadores se constituíram no que se denominou "múltiplos atores", que exercitaram a construção do conhecimento coletivo, sistematização, comunicação e a experimentação no diagnóstico e no manejo do solo e da água em barragens subterrâneas. Esse estudo proporcionou a oportunidade de reunir empresas públicas e a sociedade civil para, juntamente com as famílias agricultoras, discutirem, planejarem e definirem pesquisas e programarem ações estruturantes, visando um Semiárido mais justo e igualitário.

Os primeiros parceiros que estiveram com a Embrapa no início da caminhada com a pesquisa participativa, dentro do contexto da agroecologia, com foco na barragem subterrânea, foram: as famílias agricultoras da região semiárida nordestina; o *Centre de Coopération Internationale há Recherche Agronomique pour le Développement* (Cirad); A ASA Brasil por meio das ONGs associadas Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (Irpaa), Centro de Assessoria e Apoio a Trabalhadores (Caatinga), Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (AS-PTA), Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas às Comunidades (Patac); a Universidade Estadual da Bahia (UNEB – Campus Juazeiro); e o IF Sertão, PE (Campus Petrolina).

Os métodos de pesquisa participativa em agroecologia integram tanto a complexidade social como a ecológica. E este constituiu um desafio enfrentado pelos diversos pesquisadores e organizações envolvidas no projeto. Como resultado dessas parcerias, houve um processo de qualificação e construção metodológica crescente que dialogou com a pesquisa clássica, buscando melhorar o rigor na geração de dados e na forma de análise dos mesmos.

A partir de 2007, a Embrapa Solos por meio de sua Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento, sediada em Recife/PE, engajou-se no desenvolvimento de pesquisas com barragem subterrânea no Semiárido do Nordeste brasileiro, nos estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. Os principais temas de pesquisas desenvolvidos têm como ponto focal a avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas com barragem subterrânea, em uma visão holística e sistêmica, com ênfase na contribuição que essa tecnologia proporciona na sustentabilidade socioeconômica e ambiental, na eficiência de produção, (método do metabolismo agrário), e na resiliência dos referidos agroecossistemas.

Para o desenvolvimento dessas pesquisas, são parceiros a ASA, por meio de suas associadas: Caatinga, Centro de Educação Comunitária Rural (Cecor), Caritas Diocesana de Pesqueira, PE, AS-PTA, Patac, Irpaa e Centro de Apoio Comunitário de Tapera em União a Senador (Cactus); Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); UNEB (Campus de Juazeiro/BA); Universidade Federal de Alagoas (Ufal - Campus Sertão); IF Sertão-PE (Campus Petrolina); IF PE (Campus Vitória de Santão); Ifal (Campus Maragogi, Santana do Ipanema e Piranhas); Universidade Estadual de Alagoas (Uneal); e algumas unidades da Embrapa: Semiárido, Algodão, Caprinos e Ovinos, Meio Norte, Tabuleiros Costeiros e Agroindústria Tropical. Os referidos projetos sempre contaram com o apoio financeiro do Banco do Nordeste do Brasil, CNPq, Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (Aecid por meio do Prêmio Mandacaru, tendo como gestor financeiro o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade -IABS), além de recursos da própria Embrapa.

A partir de 2010, em parceria com a Emater-Rio e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro), iniciou estudo de avaliação de impactos provocados pela barragem subterrânea em Unidade de Pesquisa Participativa (UPP) do Programa Rio Rural, na microbacia Brejo da Piedade, em Quissamã, RJ. De acordo com os dados da pesquisa, a barragem vem contribuindo com a irrigação da pastagem, consequentemente

com o aumento da produção do leite da propriedade. Um outro adicional da BS é ter colaborado com a recuperação da várzea pela contribuição com a conservação e o uso racional do solo e da água.

9.1 Caracterização dos agroecossistemas com barragem subterrânea

O foco inicial das pesquisas foi a caracterização dos agroecossistemas com barragem subterrânea, analisando a sua interação com os demais subsistemas que integram o conjunto da propriedade. Os dados foram coletados a partir de ficha de acompanhamento, questionários e oficinas de intercâmbio. As informações coletadas abrangeram os aspectos socioeconômicos e ecológicos, o que permitiu conhecer melhor os agricultores e suas famílias, determinar os diferentes elementos que fazem parte dos agroecossistemas, e analisar as relações que ocorrem entre uso e manejo da água.

Os intercâmbios que consistiram de visitas técnicas às propriedades rurais com diferentes experiências em barragem subterrânea, tiveram como objetivo a troca de conhecimentos sobre a tecnologia em diferentes ambientes, tipos e modelos (Figura 14a, b, c e d). Constituíram experiências significativas na execução dos projetos. Foram realizadas três oficinas, uma em cada estado onde se desenvolveu a pesquisa e contaram com a participação dos atores envolvidos no processo. Os intercâmbios permitiram refletir sobre o crescente reconhecimento da importância e da necessidade de se trabalhar em conjunto com os agricultores, para identificar, testar, avaliar e irradiar as tecnologias agrícolas, por meios de uma abordagem participativa visando a identificar soluções dentro da realidade de cada ambiente.

Figura 14 – (A) e (B) Intercâmbios em Petrolina, PE; (C) e (D) sistematizando os intercâmbios realizados

Fotos: acervo de Maria Sonia Lopes da Silva

Os resultados desses intercâmbios mostraram que:

– Existem dois ambientes distintos de locação de barragem subterrânea; em leito de rio e riacho e em linhas de drenagem (parte da Bahia e de Pernambuco).
– Ficou evidente a necessidade de uma abordagem mais efetiva de pesquisa-ação participativa para a construção do conhecimento no que diz respeito às práticas de manejo de solo-água-planta dentro do contexto da barragem subterrânea.
– Há um número significativo de barragens subterrâneas subutilizadas, devido, em ordem de prioridade, a problemas de locação, falta de

conhecimento por parte do agricultor sobre a funcionalidade/manejo da tecnologia, e falta de empoderamento das famílias.

- Há uma maior valorização das barragens subterrâneas quando esta constitui uma das fontes de renda da propriedade, i.e., quando a família necessita dela para colaborar no seu sustento.
- A maioria das barragens é construída com recursos de projetos de ONGs e, atualmente, pelo Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), implantado pela ASA.
- Há necessidade de acompanhamento técnico para realizar sensibilização e capacitação das famílias quanto aos aspectos de manejo e manutenção da barragem subterrânea.
- A contrapartida do agricultor é fundamental para que ele se sinta responsável.
- Os problemas de salinização, via de regra, são devidos a locações feitas sem obedecer aos parâmetros recomendados, i.e., barragens são construídas em locais com problemas de sais e/ou em solos com características que favorecem o seu acúmulo.
- As barragens da Paraíba apresentaram melhor desempenho em relação às dos estados de Pernambuco e Bahia, devido às suas localizações em ambientes com precipitação média anual maior e a atuação marcante do Polo Sindical e das ONGs AS-PTA e Patac junto aos agricultores familiares.

Após a sistematização destes intercâmbios foram identificadas as potencialidades, os problemas a serem superados e as demandas de pesquisas no âmbito da barragem subterrânea:

Potencialidades

- Valorização de uma grande quantidade de terra, principalmente em locais onde a erosão constitui um problema, a exemplo da Paraíba;
- Diversificação agrícola;
- Reorganização da família;
- Espaço de aprendizado e troca de conhecimentos;
- Proporciona independência da: água, alimento, forragem, financeira, e consequentemente política;

– Aumenta a autonomia do trabalho da mulher na agricultura;
– Proporciona a conservação do solo e da água porque armazena água na terra; recompõe o solo onde havia pedras; sustenta a terra na propriedade; diminui a degradação da vegetação nativa; proporciona o acesso à água para produção.

Alguns depoimentos de agricultores realizados durante as oficinas demonstram a importância dos intercâmbios na construção do conhecimento, na troca de experiências, bem como a contribuição da barragem subterrânea na produção agrícola e na vida das famílias.

> Depois da barragem subterrânea, pude plantar coisa que não podia plantar antes porque não vingava por falta de água. Depois dela, tenho as minhas fruteiras, além do milho e feijão que já plantava. Ela também tem me ajudado muito com as palmas, deu bem mais sustentação.
>
> Seu Aderbal, Canudos, BA.

> Quem vive dentro da terra tem o que pegar dela, agora quem nunca vai lá não pode ter. A mesma coisa é com a barragem subterrânea. Só não tem o que pegar nela quem não trabalha nela.
>
> Dona Maria Viana - Sítio Maniçoba, Ouricuri, PE.

> Na minha propriedade, lá na Paraíba, tenho só uma barragem subterrânea, mas depois desse intercâmbio daqui, vi que posso ter mais, pois não precisa ser só em riacho, pode ser também nos caminhos que a água faz, lá tenho uma área boa para mais uma, não vai ser grande como essa daqui, mas vai dar sim.
>
> Zé Brejeiro, Sítio Umbuzeiro, região de Caiçara, Soledade (PB)

Problemas a serem superados

– Necessidade de todos envolvidos em barragem subterrânea (agricultores, técnicos e pesquisadores) conhecerem os diferentes tipos, modelos e os diversos ambientes onde se pode implantar uma barragem subterrânea;
– Falta de valorização da barragem por parte de alguns agricultores;

- Necessidade de sensibilização e capacitação da agricultora e do agricultor para que ele possa entender o funcionamento e manejo da BS, entender que a barragem subterrânea não é para acumular água superficialmente, é para armazenar água dentro da terra;
- Dificuldade em localizar um ambiente adequado para construção;
- Risco de salinização;
- Assoreamento da barragem;
- Tamanho do sangradouro;
- Vazamento da água/umidade.

Temas demandados para o desenvolvimento de novas pesquisas

Nessa oficina foram discutidos e identificados os seguintes temas de pesquisa:

- Estudo de áreas adequadas para localização de barragens, de acordo com cada ambiente e tipo de barragem subterrânea (submersa ou submersível);
- Aspectos de construção relacionados aos modelos de sangradouro (critérios para definição de sua dimensão atrelada à dimensão da área de captação e precipitação da região);
- Salinização (avaliação e propostas de prevenção e controle);
- Metodologia de irradiação (divulgação adequada da tecnologia);
- Ocupação, uso e manejo de base ecológica do solo,água e cultivos em áreas de plantio de barragens subterrâneas;
- Impacto das barragens subterrâneas nos agroecossistemas e na vida das famílias;
- Monitoramento: do nível da água a montante e a jusante da barragem subterrânea; características físicas e químicas do solo e da água;
- Capacidade de recarga da bacia hidráulica da barragem;
- Capacidade de resistência ou recuperação dos agroecossistemas a secas ou enchentes.

9.2 Estudo de caso: sustentabilidade socioeconômica de um agroecossistema com barragem subterrânea no Estado da Paraíba

Após os estudos de caracterização/diagnóstico das BSs, a Embrapa iniciou suas pesquisas de avaliação de sustentabilidade socioeconômica e ambiental de agroecossistemas com barragem subterrânea, bem como sua [BSs] contribuição na resiliência de tais agroecossistemas frente às intempéries climáticas. A partir dessas pesquisas foram desenvolvidas dissertações de mestrado e monografias de conclusão de curso. Tais estudos, constituíram estudo de caso realizado por meio de monitoramento em agroecossistemas de quatro estados do Nordeste (BA, AL, PE e PB), em parceria com a ASA (e associadas: Caatinga, Cecor, Irpaa, Cactus, Patac, Caritas Diocesana de Pesqueira e AS-PTA), algumas unidades da Embrapa (Semiárido, Algodão, Tabuleiros Costeiros, Agroindústria Tropical e Meio Norte) e universidades (UFRPE, UFPE, UNEB, Ufal, Uneal, Universidade Federal de São Carlo - UFScar e Universidade Internacional de Andaluzia, Córdoba, Espanha - Unia). A título de exemplo, será apresentado um estudo de caso na Paraíba.

9.2.1 Descrição da unidade produtiva e metodologia utilizada no diagnóstico

A propriedade, denominada aqui Núcleo Social Gestor do Agroecossistema (NSGA), está localizada no Sítio Almeida, no Município de Lagoa Seca/PB, nas coordenadas 25M 0184318 e UTM 9207889, a uma altitude de 671 m e distando 147 km de João Pessoa. O sítio possui uma área 2,5 ha, apresentando solos de textura média, boa capacidade de retenção de água e profundidade variando de 0,70 a 6,00 m. É uma região de clima tropical úmido, com temperatura média anual em torno de 22º C, sendo a mínima de 18º C e a máxima de 33º C. A vegetação natural cedeu lugar ao desenvolvimento de culturas diversas como feijão, mandioca, milho, destacando-se o cultivo de hortaliças e algumas frutíferas.

Na NSGA somente o dono de casa possui dedicação exclusiva ao trabalho com a agricultura. Sua esposa, além da roça, também trabalha com a produção de artesanato. Um dos filhos dedica parte do tempo ao trabalho na roça, já que tem que frequentar a escola em um dos turnos, o outro era recém-nascido. O agroecossistema manejado pela família é composto pelos

subsistemas: reserva florestal; roçado; uma barragem subterrânea produzindo hortaliças, flores, frutas e plantas medicinais; área de produção no entorno da casa (horta com plantas medicinais, flores, pomar, porcos e aves); e um tanque escavado para criação de peixes. Para fazer frente aos déficits hídricos, gerados pelas secas prolongadas, a família criou uma diversificada infraestrutura hídrica, contando com um poço de uso familiar, uma cisterna de placas, um barreiro e a barragem subterrânea. Essa barragem foi construída em fevereiro de 2001, com a colaboração da família.

O estudo dos impactos da barragem subterrânea nos agroecossistemas e a análise de sua influência no redesenho dos demais subsistemas foram realizados, por meio de questionário, entrevistas abertas, observação direta e construção de mapas, indicando neles suas estruturas, espaços e culturas.

9.2.2 Subsistemas produtivos

As informações coletadas para a realização do estudo abrangeram os aspectos sociais, agronômicos, econômicos e ecológicos. Esses aspectos permitiram conhecer melhor os agricultores e suas famílias; determinar os diferentes elementos que faziam parte das propriedades; analisar as relações que ocorriam entre uso e manejo da água e os impactos resultantes, além de avaliar a sustentabilidade da produção de alimentos para maior segurança da família.

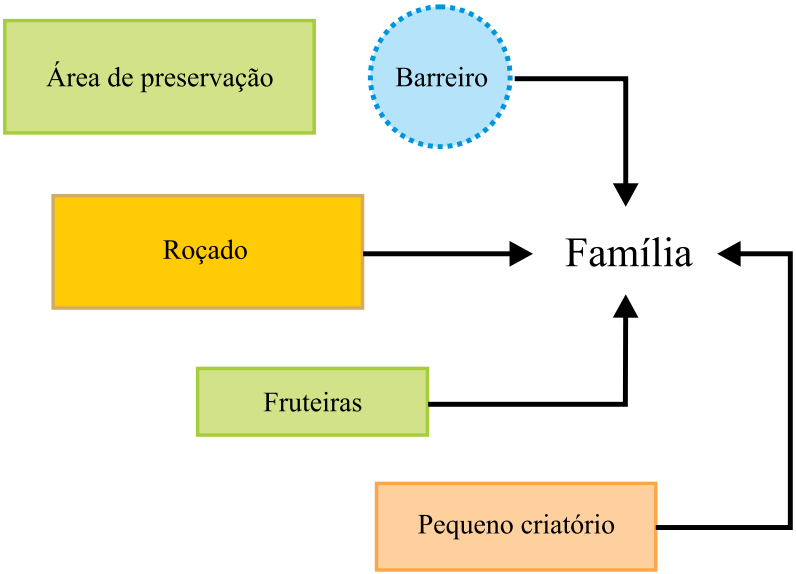
Nesse processo foi realizado o levantamento das áreas, traçando os mapas (diagramas) e indicando neles suas estruturas, espaços e cultivos. Os mapas na ocasião foram comparados com mapas das propriedades na época da instalação das famílias, fazendo com que os agricultores entendessem os processos e contextos da evolução até os modelos atuais dos sistemas.

Após a identificação dos subsistemas, foram realizados o levantamento e a sistematização das informações sobre cada um deles, tanto em suas dinâmicas internas quanto em suas relações com os demais subsistemas, e como todos eles interagem com a barragem subterrânea.

No processo de levantamento de dados foram feitas comparações no tempo, permitindo acompanhar a evolução dos subsistemas (Figuras 15 e 16). Os impactos foram medidos por meio das mudanças verificadas nos indicadores antes e depois da adoção da barragem subterrânea. A Figura 15 mostra o diagrama de fluxos que representa o funcionamento da propriedade em 1984. Um sistema muito frágil, com alta dependência de recursos externos. Na figura 16, o sistema está representado por um alto grau de

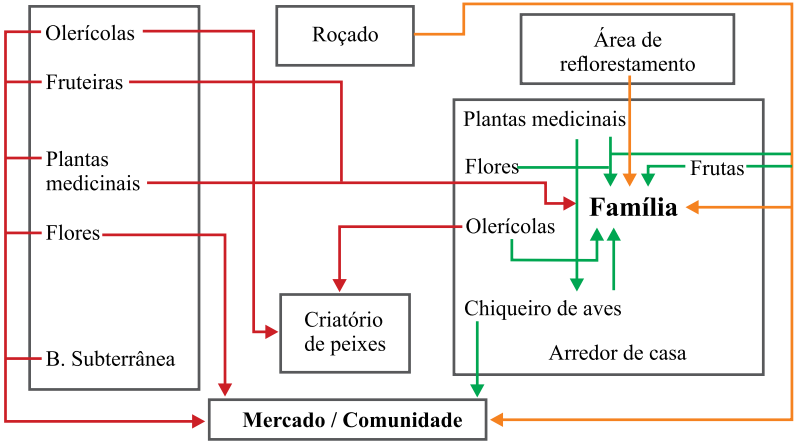
complexidade no seu funcionamento, após as inúmeras experiências desenvolvidas. Essas experiências estão potencializando o desenvolvimento da unidade produtiva, já que contribuem de forma decisiva para a segurança alimentar da família e na reprodução do sistema.

Figura 15 – Diagrama de fluxo (mapa). Sistema de produção NSGA. Lagoa Seca/PB (1984)



Fonte: elaborado por Márcia Moura Moreira.

Figura 16 – Diagrama de fluxo. Sistema de produção agroecológica NSGA. Lagoa Seca/PB



Fonte: elaborado por Márcia Moura Moreira.

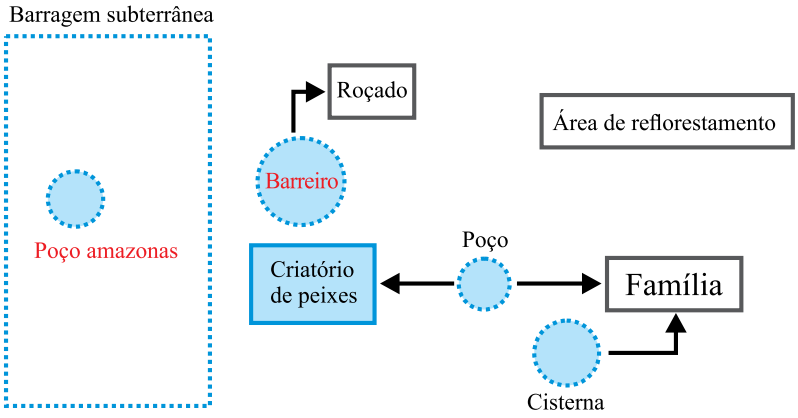
O estudo constatou que a barragem subterrânea tem sido uma boa fonte de renda na unidade produtiva. Espaços onde antes não era possível cultivar um número considerável de espécies vegetais, em decorrência da baixa umidade do solo, hoje estão transformados em nichos de alta produtividade, capazes de influenciar de forma direta no redesenho dos demais subsistemas. Com uma precipitação média anual de 495,8mm/ano, na região de Lagoa Seca, a família chegou a colher um total de 1.175 kg divididos entre os cultivos de cará, gergelim, feijão macassa e inhame, além das olerícolas colhidas semanalmente (de 15 a 20 molhos de cebolinha e de 150 a160 pés de alface e coentro).

Esta renda permite que a família reduza os gastos que teriam com a aquisição desses produtos e possibilita a aquisição de outros itens que não podem ser produzidos na unidade. Também vale lembrar que a introdução de novas espécies frutíferas e olerícolas nos sistemas produtivos têm proporcionado mudanças nos hábitos alimentares das famílias. Em uma comparação feita entre os diagramas de fluxos das Figuras 15 e 16, é possível perceber uma significativa evolução nos sistemas produtivos das famílias, depois das inúmeras experiências desenvolvidas a partir da construção da barragem subterrânea.

9.2.3 Situação e disponibilidade de recursos hídricos

O acesso à água sempre foi um problema para NSGA e para a maioria de agricultores familiares da região de Lagoa Seca. A propriedade possuía uma área de capoeira, tendo como única fonte de água um pequeno barreiro (Figura 17). Na época de chuvas, a água não era devidamente armazenada, se perdendo por infiltração ou escorrimento superficial.

Figura 17 – Diagrama de fluxo (Mapa) - Manejo dos recursos hídricos na unidade produtiva (UP1). Lagoa Seca/PB



Fonte: elaborado por Márcia Moura Moreira.

Antes, a família percorria longas distâncias para obter água de boa qualidade em outros locais. Essa água, no entanto, era insuficiente, pois não conseguia suprir as necessidades da unidade, levando-a a buscar outras fontes para o abastecimento do sistema produtivo.

Foi realizada ampliação do barreiro que já existia, mas era pouco profundo e secava muito rápido. A sua água era usada para manter os cultivos do roçado. Em 1998, foi construída uma cisterna que até hoje abastece a família e os animais. E em 2001, com o apoio financeiro e técnico da AS-PTA, foi construída uma barragem subterrânea de 50 m de comprimento por 4 m de profundidade. Segundo a família, a barragem tem conseguido manter a produção, mesmo nos períodos de pouca chuva. A família ainda tem acesso a um poço de 59 m, com água de excelente qualidade, que mantém a produção de peixes na propriedade e ajuda a suprir as necessidades

domésticas da família. Questionada sobre a importância da barragem subterrânea para a agricultora dona da casa responde:

> A barragem fez com que a família coma e venda uma variedade grande de hortaliças que não pensava ser capaz de produzir nas nossas terras.
>
> Agricultora do Sítio Almeida, Lagoa Seca/PB

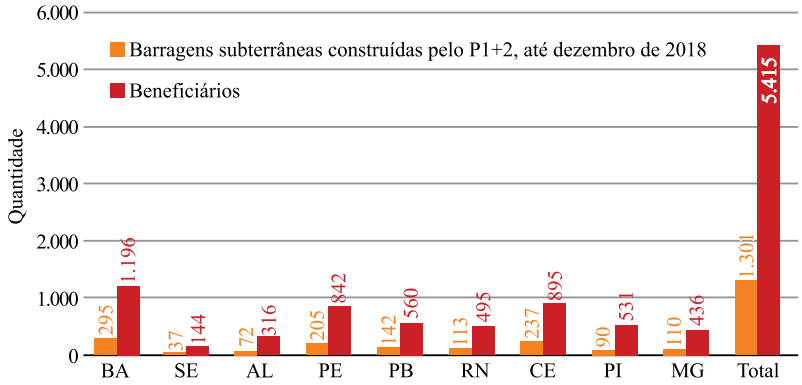
9.2.4 Algumas reflexões oriundas do estudo de caso

- A barragem subterrânea permitiu que plantas medicinais, olerícolas, frutas e flores saíssem dos limites do quintal e se estabelecessem na área da barragem, gerando nova renda, economia na compra de gêneros alimentícios, e promoção do resgate dos fitoterápicos;
- O manejo empregado pela família favorece a reciclagem da biomassa, através da utilização dos estercos no roçado e dos restos de culturas na alimentação animal;
- Os produtos gerados ganharam diferentes destinos: merenda escolar, restaurante popular, entrega em domicílio, Conab e feira orgânica;
- É possível afirmar que a família está se sentindo mais estimulada para compartilhar suas experiências, problemas e soluções. Vêm tentando aperfeiçoar as relações entre o que há de disponível nos sistemas para reduzir ao máximo a dependência de recursos externos.
- Deste modo, a família tem conseguido, de forma gradativa, que sua unidade produtiva readquira um alto grau de complexidade nas relações entre os subsistemas, redesenhando o agroecossistema para que este funcione de forma mais sustentável.

10 A CONTRIBUIÇÃO DA ASA NAS PESQUISAS COM BARRAGEM SUBTERRÂNEA

Articulação Semiárido Brasileiro (ASA) é uma rede com mais de quatro mil organizações da sociedade civil que trabalham para o desenvolvimento social, ecológico, econômico, cultural e político do Semiárido brasileiro. A ASA tem implantado, por meio de programas governamentais, tecnologias populares de captação e armazenamento de água de chuva para consumo humano, animal e para a produção de alimentos. Umas dessas tecnologias é a barragem subterrânea. Um dos principais programas responsáveis pela instalação de barragem subterrânea é o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) que, desde o seu surgimento, em 2007, até dezembro de 2018, construiu 1.301 barragens subterrâneas, distribuídas em todo semiárido brasileiro, conforme a Figura 17 (ASA, 2018).

Figura 18 – Distribuição de barragens subterrâneas construídas pelo P1+2 no Semiárido brasileiro, em um total de 1.301unidades



Fonte: ASA (2018).

A ASA tem contribuído, significativamente, com as pesquisas desenvolvidas tanto pela Embrapa como pelo Instituto Nacional do Semiárido (Insa). Com a Embrapa, tem sido parceira determinante, principalmente, nas pesquisas de avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas e de ambientes adequados para construção de barragem subterrânea. Com o

Insa, vem desenvolvendo estudos na avaliação de impactos das alternativas de convivência produtiva e sustentável com o Semiárido brasileiro

A ASA atua por meio do seu *Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido, que* se desenvolve em dois eixos: o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). O P1MC consiste em dotar as famílias em toda região semiárida com água potável para beber e cozinhar, através das cisternas de placas com capacidade de 16 bilhões de litros de água. Já o P1+2 tem como objetivo fomentar a construção de processos participativos de desenvolvimento rural no Semiárido brasileiro e promover a soberania, a segurança alimentar e nutricional e a geração de trabalho e renda às famílias agricultoras, através do acesso e manejo sustentáveis da terra e da água para produção de alimentos.

A ASA, também fortalece outras iniciativas de Convivência com o Semiárido, como a troca horizontal de conhecimentos (Figura 18), a construção da agroecologia como ciência; os bancos ou casas de sementes crioulas; os fundos rotativos solidários; as cooperativas de crédito voltadas às agriculturas familiar e camponesa; a criação animal; a educação contextualizada; o combate à desertificação; entre outras.

Figura 19 – (A) Oficina de construção de conhecimentos entre agricultoras e agricultores; (B) Troca de sementes, no âmbito do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido.

(A)

(B)

Fotos: arquivo da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA).

11 RECOMENDAÇÕES PARA AÇÕES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

- Desenvolver pesquisas que forneçam documentos orientadores sobre as potencialidades e limitações de ambientes para construção de barragem subterrânea, para que venham subsidiar tomadores de decisão no estabelecimento de políticas públicas em programas de desenvolvimento agrícola sustentável (inclusão social e produtiva);
- Procurar, quando do desenvolvimento de pesquisas, sempre promover a integração com políticas em andamento que busquem suprir a demanda hídrica das populações rurais;
- Defender para que a barragem subterrânea se torne uma das alternativas tecnológicas de política do Governo Federal de Convivência com o Semiárido, de forma permanente;
- Na construção de barragens subterrâneas, levar em consideração a bacia hidrográfica e não só o local onde se está construindo;
- A equipe envolvida na implementação de tecnologias de convivência com o semiárido deve ter o conhecimento sobre outras tecnologias sociais hídricas, para poder recomendar a mais apropriada para determinado ambiente,
- Na construção de barragens subterrâneas, priorizar a estratégia de aproveitamento dos potenciais existentes na região (corpos aluviais - rios e riachos);
- Equipe técnica envolvida deve ter um olhar sistêmico para a necessidade de obras de pequeno porte e descentralizadas (tecnologias sociais), que atendam **à** demanda hídrica das famílias rurais isoladas (demanda difusa);
- Reafirmar a importância da Convivência com o Semiárido como estratégia de sustentabilidade para a região por meio das tecnologias sociais.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESAFIOS

A barragem subterrânea, em conjunto com outras tecnologias sociais de captação e armazenamento de água da chuva, contribui com a soberania,

a segurança alimentar e nutricional, dessedentação animal e a geração de renda. Em consequência, contribui com a convivência com as adversidades do clima semiárido, das famílias agricultoras por proporcionar o aumento do acesso e usos da água.

No contexto das mudanças climáticas e da iminente escassez de água em nível global, fica evidente a importância da sustentabilidade das tecnologias sociais de captação, armazenamento e manejo de água dachuva, a exemplo da tecnologia descrita neste capítulo, a barragem subterrânea.

É fundamental, principalmente para a equipe técnica envolvida na construção de uma unidade produtiva de barragem subterrânea, levar em consideração a bacia hidrográfica e não só o local onde se está construindo. A construção de uma barragem subterrânea pode implicar em impactos na recarga de água à jusante, caso exista poços muito próximos do local onde se deseja construir.

A Embrapa e a ASA têm tido importante papel no desenvolvimento de pesquisas e na mobilização para a implantação de tecnologias sociais hídricas que vêm proporcionando melhor convívio das famílias com a região semiárida brasileira.

Nos períodos críticos de escassez de chuvas, algumas barragens subterrâneas podem não formar reserva hídrica, mas proporcionam, quase sempre, uma colheita a mais. É o caso daquelas localizadas em linhas de drenagem com textura de arenosa a média.

Pelo poder libertador que a água propicia às mulheres e aos jovens, livrando-os dos quilômetros percorridos diariamente em buscas de água para as atividades domésticas e de consumo humano, a barragem subterrânea tem proporcionado o fortalecimento da inclusão e organização produtiva destes. Com isto, há disponibilidade de tempo para que as mulheres e os jovens possam participar de outras dinâmicas, dentro e fora da propriedade. Dinâmicas estas que os leva a se empoderar, principalmente, nas decisões socioeconômicas do agroecossistema.

A barragem subterrânea vem se caracterizando como uma tecnologia cultural orientadora que tem contribuído para o desenvolvimento da melhoria das condições de vida das famílias agricultoras e para a promoção da cidadania, por meio de iniciativas socioeconômicas e tecnológicas ambientalmente apropriadas. Com a barragem subterrânea se busca interagir com os princípios da sustentabilidade, possibilitando a harmonização entre a justiça social, a prudência ecológica, a eficiência econômica e a cidadania política.

No entanto, ainda há desafios a serem superados, e entre estes citam-se:

- Capacitar e sensibilizar técnicos e agricultores no que diz respeito aos diferentes tipos e modelos de barragens subterrâneas, consequentemente, o ambiente mais adequado a cada um deles;
- Irradiar adequadamente a tecnologia, respeitando suas limitações;
- Caracterizar as estratégias de uso e manejo da água armazenada e identificar as possibilidades de inovação para a sua otimização, valorizando o sistema de produção da família;
- Aprofundar estudos do impacto da barragem subterrânea sobre os agroecossistemas, as famílias e as comunidades nas dimensões econômica, social e ambiental;
- Intensificar estudos sobre o zoneamento de áreas com potencial para construção de barragens subterrâneas;
- Aprofundar estudos: (i) nas microbacias, de forma sistêmica, onde estão e/ou serão construídas as unidades de barragens subterrâneas; (ii) monitoramento do nível do lençol freático tanto a montante como a jusante da barragem; (iii) avaliação da capacidade de recarga da bacia hidráulica; (iv) avaliação da capacidade dos agroecossistemas resistirem e/ou se recuperarem de eventos climáticos severos como a seca ou a inundação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Banco do Nordeste do Brasil pelo apoio aos projetos por eles coordenados no tema abordado por este capítulo e às famílias que a cada projeto nos permite entrar nas suas casas e nas suas vidas com o intuito de trocarmos e construirmos conhecimentos juntos.

REFERÊNCIAS

APAYDIN, A. M. Groundwater dam: an alternative model for semi-arid regions of Turkey to store and save groundwater. **Environment Earth Science**, v.59, n.2, p: 339-345, 2009.

ASA - ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Mapas de tecnologias**. Disponível em: http://www.asabrasil.org.br/mapatecnologias/ Acesso em: 08 de nov. 2018

BARBOSA, A. G.; LOPES, F.; SOUZA, J. E. de; LIMA, M. de S.; BAPTISTA, N. de Q.; BROCHARDT, V. **Caminhos para a convivência com o Semiárido**. 14. ed. Recife: ASA, 2014. 36 p.

BARBOSA, E. M. Água doce: direito fundamental da pessoa humana. **Revista Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XI, n. 58, out. 2008. Disponível em: <http://www.ambito-juridico-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=3172>. Acesso em: dez. 2016.

BARBOSA, F. R.; SILVA, C. S. B. da; CARVALHO, G. K. de L. **Uso de inseticidas alternativos no controle de pragas agrícolas**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2006. 47 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 191).

BARLOW, B.; CLARKE, T. **Ouro azul**. São Paulo: Makron Books, 2003.

BENVENUTO, C.; POLLA, C. M. Aspectos geotécnicos do projeto de construção de barragens subterrâneas no Nordeste. In CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 7. Recife, 1982. **Anais...**, Recife, 1982.

BOTELHO, A. R.; BARBOSA, A. G.; RIBEIRO, C. A.; FLAVIO, G**. Barragem subterrânea**. Recife: ASA, 2011. 23 p. (ASA Brasil. Tecnologias sociais para convivência com o Semiárido. Série Estocagem de Água para produção de alimentos).

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, DF, Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 25 abr. 2010.

_____. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional dos Recursos Hídricos**: iniciando um processo debate nacional. Brasília, 2004.

_____. Secretaria dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Política Nacional de Recursos Hídricos. **Lei nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Brasília, 1997.

BRITO, L. T. de L. **Barragem subterrânea I**: construção e manejo. Embrapa-CPATSA, 1989, 38 p. il (Embrapa- CPATSA. Boletim de pesquisa, 36.

BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da; ANJOS, J. B. dos; OLIVEIRA NETO, M. B. de; BARBOSA, A. G. Tecnologias de captação, manejo e uso da água de chuva no setor rural. In: SANTOS, D. B. dos; MEDEIROS, S. de S.; BRITO, L. T.de L.; GNADLINGER, J.; COHIM, E.; PAZ, V. da S.; GHEYI, H. R. (ed). **Captação, Manejo e Uso de Água de Chuva**, Campina Grande, PB: INSA. cap. 11, p. 253-257, 2015.

BROWN, L.; FLAVIN, C.; FRENCH, H. **Estado mundo 2000**. Tradução. H. Mallett. Salvador: UMA Editora, 2000.

CAVALCANTI, A.; LINS, F. E.; FARIAS JÚNIOR, M.; MORAIS, V. de M. **Barragem subterrânea: um jeito inteligente de guardar água na terra**. Recife: Diaconia, 2006. 46 p. (Diaconia. Série Recursos Hídricos).

CIRILO, J. A.; ABREU, G. H. F. G. de; COSTA, M. R.; GOLDEMBERG, D.; COSTA, W. D. Soluções para o suprimento de água em comunidades rurais difusas no Semiárido brasileiro**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 4, p. 5-24, 2003.

CONTI, M. **El agua en la agricultura**. Tratado de hidrología agrícola. Buenos Aires: UBA FAYV, 1938.

COSTA, W. D. **Manuel de Barragens subterrâneas**. Recife: UFPE, 1997 (Apostila).

COSTA, W. D. Estudo dos aluviões do Rio Pajeú visando a implantação de barragens subterrâneas. In: Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste, 3., 1998. Recife, PE. **Anais**...Recife: ABAS/PE, 1998. p. 149 - 157.

COSTA, W. D.; CIRILO, J. A; ABREU, H. F. G.; COSTA, M. R. Monitoramento das barragens subterrâneas no Estado de Pernambuco. In: V SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE. – ABRH/ LARHISA, Natal: 2000. **Anais** em CD. (2000).

COSTA, W. D. Barragens subterrâneas: conceitos básicos, aspectos locacionais e construtivos. In: CABRAL, J. J. S. P.; FERREIRA, J. P. C. L.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; COSTA, W. D. (Org.). **Água subterrânea: aquífero costeiro e aluviões, vulnerabilidades e aproveitamento**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2004, v.1, Cap. 1, p.13-59.

FREITAS, I. M. de. **Efeitos ambientais de barragem subterrânea na microbacia do córrego Fundo, região dos Lagos/RJ**. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade Federal Fluminense.

HANSON, G.; NILSSON, A. Ground-water dams for rural-water supplies in developing countries. **Ground Water**, v. 24, n. 4, p. 497-506, 1986.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Agricultura familiar. Primeiros Resultados. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Brasília/Rio de Janeiro: MDA/MPOG, 2009.

IPT. INSTITUTODE PESQUISA TECNOLÓGICA DE SÃO PAULO. **Levantamento das potencialidades para implantação de barragens subterrâneas no Nordeste**: bacias dos Rios Piranhas-Açu, RN e Jaguaribe, CE. São Paulo: IPT, 1981**.** (Relatório 14.887).

ISHIDA, S.; KOTURU, M.; ABE, E.; FAZAL, M. A.; TSUCHIHARA, T.; IMAIZUMI, M. Construction of subsurface dams and their impacts on the environment. **Materials and Geoenvironment Journal**, v. 50, n. 1, p.149-152, 2003.

LIMA, A. O. **Manejo sustentável da água: construindo barragens subterrâneas**. 2. ed. Natal: Visão Mundial. 45 p, 2007.

LIMA, A. de O. **Nova abordagem metodológica para locação, modelagem3 de monitoramento de barragens subterrâneas no semiárido brasileiro**. Natal: UFRN, 2013. 248 f. Tese (Tese em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LIMA, A. de O.; DIAS, N. da S.; FERREIRA NETO, M.; SANTOS; J. E. J. dos; REGO, P. R. de A.; LIMA-FILHO, F. P. Barragens subterrâneas no Semiárido brasileiro: análise histórica e metodologias de construção. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 200-211, 2013 (Nota Técnica).

LIMA, A. de O.; LIMA-FILHO, F. P.; DIAS, N. da S.; REIS JÚNIOR, J. A. dos; SOUSA, A. de M. GPR 3D Profile of the adequateness of underground dams in a sub-watershed of the brazilian semiarid. **Revista Caatinga**, Mossoró/RN, v. 31, n. 2, p. 523 – 531, 2018.

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; PEREIRA, L. A.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da. **Barragem subterrânea**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 2 p. (Embrapa Semiárido. InstruçõesTécnicas,96).

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B dos; SILVA, M. S. L. da; PEREIRA, L.A.; BRITO, L.T. de L. **Barragem Subterrânea:** tecnologia para armazenamento de água e produção de alimentos. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. 8p. (Embrapa Semiárido. Circular Técnica, 104).

MONTEIRO, L. C. Barragem subterrânea: uma alternativa para suprimento de água na região semiárida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 3., 1984, Fortaleza. **Anais**... Fortaleza: DNOCS, 1984. v.1, p. 421-430.

NASCIMENTO, A. F. do; SILVA, M. S. L. da; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. da B.V.; AMARAL, A. J. **Caracterização Geoambiental em Áreas com Barragem Subterrânea no Semiárido Brasileiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Recife: Embrapa Solos UEP Recife, 2015. 54p. (Documentos / Embrapa Solos).

OLIVEIRA, J. B. de; ALVES, J. J.; FRANÇA, F. M. C**. Barragem subterrânea. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos**. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 31p. v 3 (Cartilhas temáticas tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido,3).

OLIVEIRA, A. M. S.; LEITE, C. A. G. **Tecnologia simples para aproveitamento de pequeno porte dos recursos hídricos do semiárido nordestino**. IPT. São Paulo, 1984.

PONÇANO, W. L. Barragens subterrâneas no Ceará e Rio Grande do Norte: uma alternativa tecnológica para o abastecimento de água no semiárido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 3, 1981, Itapema, **Anais...**, Itapema: ABGE, v. 1, 1981, p. 301/321.

RAIN. A practical guide to sand dam implementation water supply. **Relatório técnico**. 2008. 39.p

RAJU, N.J.; REDDY, T.V.K.; MUNIRATHNAM, P.2006. Subsurface dam to harvesting rainwater.A case study of the Swarnmukhi river basin, Souther India. **Hydrogeology Jounal,** United Kingdom, v. 14, n. 4, p. 526-531, 2006.

ROCHA, J. C. da; ANDRADE, L. I. de; FREIRE, A. G.; ARRAES, M.F.; SILVEIRA, L.M. da; SILVA, M. R. da; MENEZES, R. S. C.; PETERSEN, P. F. Barrando água e terra na propriedade. In: MENEZES, R. S. C; PETERSEN, P. F. Água das chuvas: promovendo vida no semi-árido. Recife: Ed. Universitária da UFRPE, 2007. p.11-13. il. (Experiências em Agroecologia. Agricultura familiar no Semi-Árido; 1).

SANTOS, J. P.; FRANGIPANI, A. Barragens submersas - uma alternativa para o Nordeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 2, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: ABGE, v. 1, p.119-126, 1978.

SANTOS, M. O.; FREITAS, I. M de; BRITO, L. T. de L.; ANJOS, J. B. dos. **Barragem subterrânea: água para uso na agricultur**a. Niterói, RJ: Programa Rio Rural, 2008. 13 p. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 17).

SILVA, D. A.; REGO NETO, J. Avaliação de barragens submersíveis para fins de exploração agrícola no semiárido. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, Natal- RN, **Anais...,** Natal: ABGE, v. 1, p. 335-361, 1992.

SILVA, F. B. R. e; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA. F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAÚJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil:** diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Recife: Embrapa Solos – Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste – ERP/NE; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 1 CDROM. (Embrapa Solos. Documentos, 14).

SILVA, F. F. **Investigação e modelamento do fluxo subterrâneo em aquífero aluvial no semiárido da Paraíba**. Laboratório de Hidráulica - DEC/CCT/UFPB. 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos). Campina Grande, 1998.

SILVA, M. S. L. da; ANJOS, J. B. dos; FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; SANTOS, J. C. P.; OLIVEIRA NETO, M. B. de**. Barragem subterrânea: uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semi-árido do Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2007a. 10p. (Embrapa Solos. Circular Técnica,36).

SILVA, M. S. L. da; HONÓRIO, A. P. M.; ANJOS, J. B.; PORTO, E. R. **Barragem subterrânea**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. Não paginado. il. (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 49).

SILVA, M. S. L da; MENDOÇA, A. E. S.; ANJOS, J. B.; HONÓRIO, A. P. M.; SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L. Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. (Org.). **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2007b. p. 121-137.

SILVA, M. S. L da; MENDOÇA, A. E. S.; NERI, F. N.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. P. da B.; SANTOS, J. C. P dos; CUNHA, T. J. F.; SOUZA, B. A. de. **Barragem Subterrânea: Experiências no Território do Sertão do Araripe, Estado de Pernambuco.** Recife: Embrapa Solos: 2010c. 4p. (Embrapa Solos. Circular, 58).

SILVA, M. S. L da; OLIVEIRA NETO, M. B. de; FERREIRA, G. B.; MOREIRA, M. M.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; SANTOS, J. C. P dos; PARAHYBA, R. P. da B.; ANJOS, J. B.; MATIAS, J. A.; ROCHA, J. C. **Atributos físicos e químicos de solos em áreas de barragens subterrâneas no Agreste e no Planalto da Borborema, Estado da Paraíba.** Recife: Embrapa Solos: 2010b.10p. (Embrapa Solos. Circular, 47).

SILVA, M. S. L. da; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. da B. V.; MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; CUNHA, T. J. F.; FERREIRA, G. B.; BARBOSA, A. G. **Barragem subterrânea: contribuindo com o desenvolvimento rural sustentável do Semiárido brasileiro.** Recife: Embrapa Solos, 2012.10p.(Embrapa Solos. Cartilha).

SILVA, M. S. L. da; PARAHYBA, R. P. da B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; ANJOS, J. B.; CUNHA, T. J. F.; CARDOSO, L. B.; MOTA, C. L. **Avaliação da Qualidade da Água para fins de Irrigação em Áreas de Barragens Subterrâneas no Semiárido do Nordeste Brasileiro.** Recife: Embrapa Solos: 2011.6p. (Embrapa Solos. Circular, 64).

SILVA, M. S. L. da; PARAHYBA, R. P. da B.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P dos; CUNHA, T. J. F.; MOREIRA, M. M.; FERREIRA, G. B.; ANJOS, J. B.; MELO, R. F. de. **Potencialidades de classes de solos e critérios para locação de barragens subterrâneas no Semiárido do Nordeste brasileiro.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010a. 7p. il. (Embrapa Solos. Circular Técnica, 45).

SILVA, S. R. da. **Bacias hidrográficas de Pernambuco**. Recife: SECT-MA, 2006. 1 CD-ROM.

SENTHILKUMAR, M; ELANGO, L. Modelling the impact of a subsurface barrier on groundwater flowin the lower Palar River basin, southern India. **Hydrogeology Journal, Hudson**. V. 19, n. 4, p. 917-928, 2011.

TIGRE, C. B. Barragens subterrâneas e submersas como meio rápido e econômico de armazenamento d'água. **Anais** do Instituto Nordeste, 1949, p. 13-29.

Capítulo 3

Técnicas de preparo de solo e de captação de água de chuva *in situ* para produção vegetal

José Barbosa dos Anjos
Luiza Teixeira de Lima Brito
Nilton de Brito Cavalcanti
Maria Sonia Lopes da Silva

1 INTRODUÇÃO

A implantação de cultivos em regime de sequeiro na região do Semiárido brasileiro encontra inúmeros problemas relacionados com o manejo de água de chuva e de conservação de solo. Além disso, existem algumas limitações relacionadas aos fatores climáticos, como a ocorrência de baixas precipitações pluviométricas, e sua irregularidade no tempo e no espaço, alta intensidade, concentrando-se em períodos de 3 a 5 meses, e a baixa capacidade financeira dos pequenos agricultores.

Os cultivos desenvolvidos em condições dependentes de chuva, a exemplo das culturas de milho, feijão, mandioca destinados à alimentação humana e animal, ou forrageiras para os animais tornam essas atividades em uma agricultura de subsistência.

As características edafoclimáticas e hidrológicas desta região são semelhantes às de outros semiáridos do mundo, apresentando de forma constante,

longos períodos de seca intercalados com veranicos, ou cheias nos rios temporários. A precipitação média nesta região brasileira é limitada pela isoieta de 800 mm anuais (BRASIL, 2005), distribuídos durante três a cinco meses, com elevadas taxas evapotranspirométricas, em média 2000 $mm.ano^{-1}$, proporcionando déficit de umidade no solo durante o ciclo das culturas.

No Semiárido brasileiro há grandes variações de produtividades de uma safra para outra, apenas três em cada dez anos são considerados normais quanto à distribuição das precipitações, transformando a agricultura em uma atividade de risco (PORTO et al., 1983).

Visando reduzir os riscos da exploração agrícola e tornar esta atividade menos vulnerável aos fatores climáticos, diversas práticas de preparo de solo foram desenvolvidas e/ou adaptadas pela Embrapa Semiárido, cujo objetivo era armazenar água no perfil do solo, e aumentar a disponibilidade para as culturas como também as perdas de solo por erosão. Dentre essas técnicas, se destacam os diferentes métodos de captação de água de chuva in situ, que utilizam a tração motora ou animal (ANJOS, 1985).

O método tradicional de cultivo mínimo, utilizando a enxada manual com semeadura em covas, dá origem a uma pequena depressão, capaz de armazenar certa quantidade de água de chuva na própria cova, apesar de constituir em um sistema aparentemente pouco agressivo ao meio ambiente. Porém, como o solo não foi preparado (arado) a superfície apresenta-se ligeiramente compactada, dificultando a infiltração da água e facilitando o escoamento superficial, que contribui para o processo erosivo, onde exige que técnicas especiais de preparo de solo sejam implantadas, visando a captação in situ, essas são as mais recomendadas (ANJOS, 2007).

No Brasil, a busca por tecnologias para o aproveitamento da água de chuva, não é uma preocupação apenas do semiárido. Agricultores de regiões temperadas também buscam alternativas visando à captação da água de chuva in situ é o caso do agricultor do estado de São Paulo, José Abs Sobrinho que desenvolveu um subsolador introdutor de manta plástica aberta dentro do perfil de solo (camada arável), Patente Requerida SPO 18100031682, outra alternativa são as barragens subterrâneas implantadas no Rio de Janeiro, na região dos Lagos (SANTOS, 2009).

2 DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

A captação de água de chuva in situ é uma técnica que consiste na modificação do perfil do solo, com a finalidade de induzir o escoamento superficial para a área de plantio, aumentando assim o tempo disponível e a infiltração da água no solo, que na maioria das vezes, está associada ao preparo de solo destinado à implantação de cultivos em condições de sequeiro, principalmente, milho, feijão, mandioca e forrageiras. Qualquer alteração no perfil de solo ocasionado pela mobilização da camada arável, independentemente do implemento utilizado, constitui-se em uma técnica de captação de água de chuva in situ.

3 FATORES DETERMINANTES PARA IMPLANTAÇÃO DA CAPTAÇÃO IN SITU

Na implantação de um sistema de captação in situ, é necessário dispor de informações sobre vários fatores relacionados à propriedade, como o tamanho da área a ser cultivada, tipo de solo, topografia, quantidade e distribuição das chuvas, épocas de plantio e tipos de culturas (anuais e perenes), disponibilidades de equipamentos e mão de obra.

Tamanho da Área

O tamanho da área vai depender de vários fatores como topografia, tipo de solo, bacia hidrográfica entre outros.

Quando se utiliza a tração animal como fonte de potência sugere-se que as áreas cultivadas sejam menores, comprimento de 100 a 120 metros, pois durante as manobras os animais são aliviados dos esforços contínuos a que são submetidos, principalmente, nas operações de preparo do solo como aração e sulcamento.

Vários autores têm estudado o tamanho ideal de áreas destinadas ao cultivo no Semiárido brasileiro. Na prática, observa-se que o agricultor sempre planta áreas superiores à sua capacidade de conduzir a cultura em condições ideais, pois muitos cultivos são prejudicados por falta de tratos culturais (capinas), principalmente, quando não se dispõe de recursos para o aluguel de mão de obra e animais de trabalho (PORTO, 2005).

Em se tratando de motomecanização, as glebas são maiores, e de preferência trabalhar no sentido da maior extensão, desde que a topografia permita, diminuindo as manobras a fim de aproveitar o máximo de trabalho efetivo das máquinas. Há uma tendência no semiárido de efetuar o preparo de solo e a semeadura mecanizada e as demais etapas de condução da cultura utilizando ferramentas manuais (enxada) e implementos à tração animal (cultivadores e sulcadores) para efetuar os tratos culturais e fitossanitários (pulverizadores costais e de tração animal).

Tipo de Solo

Os solos do Semiárido brasileiro são predominantemente de origem no embasamento cristalino, normalmente planos, silicosos e pedregosos, com baixa capacidade de infiltração e baixo conteúdo de matéria orgânica.

Topografia

O produtor rural deve explorar a propriedade de maneira que tenha um arranjo de lavouras implantadas em curvas de nível, pastagens, forragens para corte, vegetação nativa, linhas de drenagem e aguadas em equilíbrio com a configuração do terreno, com o clima e o tipo de solo, visando à exploração técnica e econômica da propriedade, associada à conservação ambiental.

As técnicas de captação de água de chuva in situ se adaptam bem em solos com relevo ligeiramente plano. Declividades superiores a 5% não são recomendadas, pois implicam mais investimentos em máquinas e implementos, para implantação de infraestrutura conservacionista como a construção de terraços de contenção, cordões em contorno com pedras, ou com vegetação, capazes de mitigar os efeitos danosos da erosão.

Quantidade e Distribuição das Chuvas

As altas intensidades de precipitações pluviométricas, por um lado, podem causar perdas de água por escoamento superficial e, consequentemente, a erosão hídrica; por outro, a irregularidade das chuvas causa déficit hídrico às culturas, que podem levar a perda total ou parcial da produtividade.

Um dos fatores que mais contribui para a ocorrência da erosão hídrica é a intensidade da precipitação pluviométrica (IP), quando for maior que a capacidade de infiltração de água no solo (CIS). Já a capacidade de infiltra-

ção de água no solo está relacionada com as características do solo, vegetação, topografia, umidade antecedente, entre outros. Segundo Lopes e Brito (1993), o período crítico em relação à erosividade dos solos causada pela água de chuvas é de fevereiro a abril, quando ocorrem, em média, 64,76% do total anual do índice de erosividade (EI30).

Época de Plantio e Tipos de Culturas

A época de plantio é de extrema importância para o sucesso da agricultura dependente de chuva. Segundo Porto et al. (1983), no município de Petrolina/PE, o período ideal para o plantio da cultura do feijão caupi (Vigna unguiculata L. Walp.) é entre 2 e 6 de março, saindo de um patamar de 30% para 70% de chances de colheita e, para o milho (Zea mays L.), é de 17 de janeiro a 9 de fevereiro, coincidindo com a época de maior concentração e distribuição das chuvas. A cultura do milho, sem considerar outros fatores de produção, necessita de uma lâmina de água variando de 500 a 800 mm, bem distribuídos, principalmente nas fases de floração e de formação de grãos, que exigem maior necessidade de água.

As operações de preparo de solo para o plantio na agricultura dependente de chuva, deve ser efetuado após as primeiras chuvas. No semiárido brasileiro, a recomendação para o plantio é após a ocorrência de, pelo menos 30 mm de precipitação pluviométrica (DRUMOND et al., 2008). As culturas mais exploradas são: milho, sorgo granífero e forrageiro, feijão Vigna e Phaseolus, mamona, algodão, mandioca entre outras.

As chuvas em toda extensão do semiárido brasileiro não ocorrem na mesma época do ano, a distribuição variada dá origem às unidades geoambientais. Trabalhos desenvolvidos por Silva et al., (1982) mostram que, para a cultura do feijão caupi, a melhor época de plantio no município de Petrolina é no mês de março; já para o milho, este período corresponde aos meses de janeiro e fevereiro, coincidindo com o período de maior concentração na distribuição das chuvas.

Disponibilidade de Equipamentos e Mão de obra

No Semiárido, de modo geral, há pouca disponibilidade de equipamentos para exploração de cultivos em sequeiro, por isso é comum o uso de cultivadores e arados de aiveca a tração animal no preparo de solo. No entanto, quando há disponibilidade usa-se a aração motomecanizada para as opera-

ções de aração e gradagem e, às vezes, semeadura, ficando os tratos culturais efetuados com cultivadores e sulcadores tração animal e repasse com enxada manual, e tratos fitossanitários (pulverizadores costais e de tração animal).

Há uma tendência de utilizar máquinas motorizadas nas operações de colheita (debulha) de milho e feijão, recolhedores de forragens para ensilagem ou fenação, produção de raspas de mandioca, descaroçador de algodão, visando à agregação de valor e redução do custo de produção.

Preparo do Solo

A aração (mobilização/revolvimento) visa a melhorar as condições físicas e a incorporação de restos de culturas e plantas espontâneas, destinados ao fornecimento de matéria orgânica.

Embora seja possível preparar o solo no período seco, a recomendação é que esta operação seja realizada com solo úmido, visando incorporar sementes de plantas espontâneas a maiores profundidades, eliminando-as ou retardando sua emergência, a fim de não competir por água e nutrientes com o cultivo implantado (Figura 1).

Figura 1– Aração efetuada em solo seco

Foto: acervo de José Barbosa dos Anjos.

Há vários métodos de captação de água de chuva in situ tais como: Guimarães Duque - efetuado com tração motora; a aração parcial ou em faixas - efetuado com tração animal, sendo os sistemas com sulcos e camalhões; sistema tipo mexicano; sistema W, e sulcos barrados que, apesar de serem efetuados com tração animal, requerem equipamentos do tipo chassi porta-implementos, são tracionados à tração animal, mas nem sempre disponíveis no mercado nacional (ANJOS, 1988).

A captação de água de chuva in situ não é uma técnica desenvolvida somente para região tropical, agricultores de regiões temperadas já adaptaram sua utilização na captação de água de chuva com o uso de uma lona plástica na camada arável do solo, para cultivos de milho em sequeiro, no estado de São Paulo.

A utilização de lona plástica está em estudo, o método consiste em mobilizar a camada de solo e introduzir por meio de um subsolador especial (adaptado), distribuir uma lona plástica de 0,05 mm (50 micras) de espessura, por 0,40 m de largura, que é estendida no interior do perfil de solo (camada arável), a uma profundidade de 0,50 m, cuja função é captar e armazenar a água da chuva próximo da zona do sistema radicular da cultura de milho, com a finalidade de prolongar por mais tempo a umidade no solo, evitando assim que a cultura sofra estresse hídrico nos períodos de veranico (Figura 2).

Figura 2– Subsolador para introduzir manta plástica (esquerda); Introdução de manta plástica (centro); Manta plástica forma de calha em "V" dentro do perfil de solo (direita).

Fotos: acervo de José Sobrinho.

Métodos de Preparo do Solo

1 Captação de água de chuva in situ: cultivo mínimo com mobilização de solo reduzida

1.1 O método tradicional de cultivo mínimo, utilizando a enxada manual com semeadura em covas

A cova dá origem a uma pequena depressão, capaz de armazenar certa quantidade de água de chuva na própria cova, mas a água excedente (enxurrada) escoa superficialmente e é carreada além da área de cultivo levando também a matéria orgânica que se encontra na superfície do solo. É pouco recomendado, em virtude de apresentar baixo rendimento operacional e alto custo de implantação, pois todas as operações são efetuadas manualmente (preparo de solo, semeadura e capinas) (Figura 3).

Figura 3 – Plantio tradicional com preparo de solo só na abertura das covas (esquerda); b) Cultivo tradicional (centro); c) Cultivo em solo preparado com aração à tração animal (direita)

Fonte: acervo de José Barbosa dos Anjos.

1.2 O método de cultivo mínimo utilizando o preparo localizado das linhas de semeadura

É uma técnica muito comum no Semiárido, após ocorrer as primeiras chuvas, principalmente quando não são suficientes para o preparo de solo e plantio, mas são suficientes para a emergência de plantas espontâneas. Nessas condições, os pequenos agricultores fazem o cultivo mínimo parcial, inicialmente efetuam uma capina delimitando o preparo de solo das futuras linhas de semeadura da cultura, com cultivadores à tração animal. Esta operação é realizada assim porque o produtor está descapitalizado para efetuar o preparo de solo de toda a área; como só dispõe da tração animal (trabalho lento), ele procura agilizar o preparo de solo somente na área destinada à

semeadura que é efetuada de imediato. Quando houver germinação das sementes da cultura implantada, o agricultor dá prosseguimento no preparo do solo que ficou sem realizar nas entrelinhas de cultivo, uma espécie de capina, posteriormente, efetua os tratos culturais (capinas) na área mais próxima da cultura (Figura 4)

Figura 4 – Preparo das linhas de plantio com sulcador (esquerda); Preparo das linhas de plantio com cultivador (centro); Capina em cultivo de milho (direita)

Fonte: acervo de José Barbosa dos Anjos.

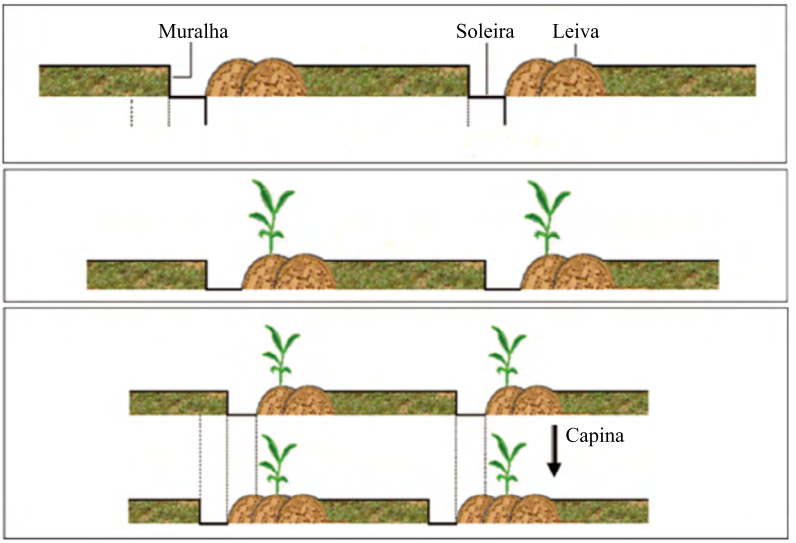
1.3 Aração em faixas

O arado à tração animal é um método simplificado de preparo do solo, associado à captação de água de chuva in situ. Surgiu em decorrência do curto espaço de tempo que dispõe o pequeno agricultor, para preparar o solo após as primeiras chuvas, pois a aração à tração animal é muito lenta, e na maioria das vezes é o fator limitante da área cultivada.

A aração parcial consiste em duas passagens sucessivas com o arado reversível à tração animal, deixando-se uma distância de 0,60 m a partir da muralha da segunda leiva do solo arado e assim sucessivamente, reduzindo, desta maneira, o tempo de trabalho devido à aração ser realizada em faixas (Figura 5).

Na implantação da cultura, a semeadura é efetuada sobre a segunda leiva deixada pelo arado, utilizando-se semeadoras manuais (matracas). A parte não mobilizada funciona como área de captação de água de chuva in situ.

Figura 5 – Esquema de preparo de solo com tração animal, sistema de captação de água de chuva in situ, utilizando a aração parcial (faixas). Aração em faixas (imagem superior); Cultura implantada (centro); c) Capina (imagem inferior)



Fonte: Desenhos de José Barbosa dos Anjos.

A técnica de aração em faixas é um método simples e de baixo custo, pois utiliza o arado de aiveca reversível à tração animal no preparo de solo. No entanto, quando as plantas atingem uma altura de 0,10 m, pode-se usar o mesmo equipamento para efetuar a capina nas entrelinhas, arando-se a parte de solo não mobilizada para eliminar as plantas espontâneas e chegar terra à planta (abacelamento) (Figura 6).

Figura 6 – Primeira faixa de aração (esquerda); Segunda faixa de aração (centro); Capina utilizando arado reversível à tração animal (direita)

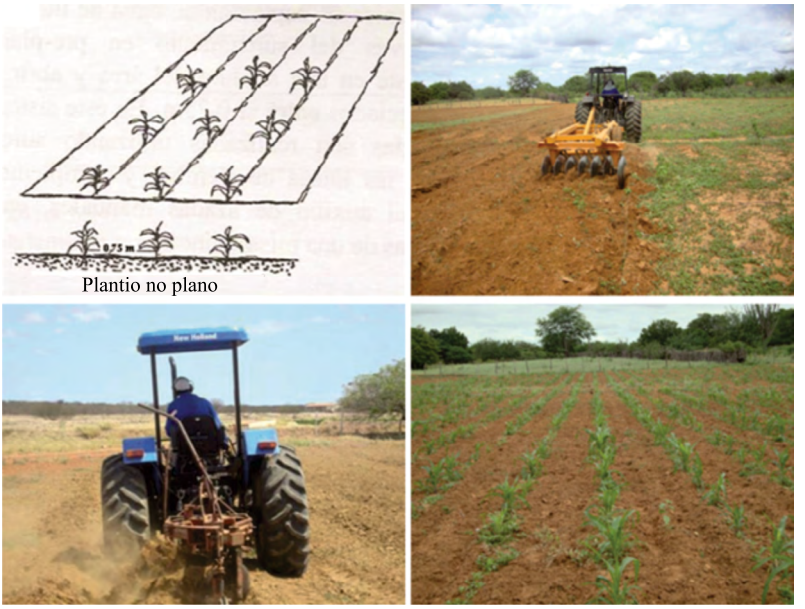
Fotos: acervo de José Barbosa dos Anjos.

4 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA IN SITU: ARAÇÃO, GRADAGEM E PLANTIO NO PLANO

O arado de tração motora efetua o preparo de solo na profundidade de 0,30 a 0,40 m, o que assegura uma boa captação de água de chuva, por meio da infiltração que ocorre no perfil de solo mobilizado, no entanto, a grade seja leve ou pesada como único implemento de preparo de solo, não é recomendado porque a camada de solo logo abaixo não atingida pelo corte dos discos da grade tem a tendência de ser compactada (pé de grade). A melhor função da grade é para complementar o trabalho da aração (destorroar o solo), e os agricultores devem ser conscientizados de que a grade não deve ser utilizada como o único implemento para o preparo de solo. Adaptando-se por meio de solda e usinagem um pequeno disco convexo de menor diâmetro no centro dos discos do arado, a leiva de solo arado será fragmentada antes de se acomodar na base do solo, efetuando assim em uma só operação o preparo de solo com aração simultânea à operação de gradagem (BATISTA, 1980). Há várias formas de utilizar grades e arados de tração mecânica, em solos com vegetação usa-se a gradagem antes da operação de aração (pré-aração), ou no caso de surgir a formação de torrões na aração é necessário a gradagem leve do solo (pós-aração).

A aração como preparo de solo e plantio no plano é um dos sistemas mais utilizados na implantação de cultivos em sequeiro adotado por produtores no Semiárido brasileiro. A aração promove a formação de pequenas depressões em solos arenosos, quando se trata de solos mais argilosos, às vezes, torna-se necessário utilizar a operação de gradagem, mesmo assim, as irregularidades são suficientes para reduzir o escoamento superficial da água de chuva, aumentando assim seu armazenamento no perfil do solo (Figura 7).

Figura 7 – Desenho esquemático de cultivo no plano (superior à esquerda); Grade aradora (superior à direita); Arado de discos reversível (inferior à esquerda); Capina em cultivo de milho efetuada com tração animal (inferior à direita)



Fonte: Desenho esquemático de José Cletis Bezerra. Fotos: acervo de José Barbosa dos Anjos.

5 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA IN SITU: ARAÇÃO SIMULTÂNEA À SEMEADURA

No sertão de Pernambuco, produtores dos municípios de Dormentes, Afrânio e Santa Filomena estão adotando o método de plantio com semeadura simultânea à aração. A técnica consiste em adaptar uma semeadora (fabricação local) sobre o arado de discos de maneira que a extremidade dos parafusos que fixam o disco na coluna posterior do arado acione o mecanismo de distribuição de sementes da cultura a ser implantada (milho ou feijão).

A semeadora é montada em um balde plástico e o mecanismo distribuidor é semelhante ao da plantadeira manual (matraca), montado no fundo

do reservatório, onde a lâmina perfurada que é responsável pela distribuição de sementes, recebe o movimento alternativo por meio de um ressalto fixado em um dos parafusos que fixam o disco do arado. As sementes são conduzidas por um tubo plástico flexível até o solo, e depositadas na borda de uma leiva de solo arado, de maneira que seja coberta pela leiva de solo subsequente da aração (Fig. 8). O método é vantajoso porque o agricultor utiliza o arado como único implemento de preparo de solo, deixando de lado a prática de utilizar a grade (aradora e niveladora) que tem a tendência de deixar o solo pulverizado e susceptível à erosão, bem como a camada abaixo da parte arável vulnerável à compactação.

Alguns produtores questionam o método de semeadura, pois ele distribui as sementes muito profundas, e que demoram mais tempo para germinar, o que atrasa o ciclo vegetativo. No entanto, este procedimento tem a vantagem de superar os veranicos, em virtude das sementes plantadas em uma maior profundidade, quando o sistema radicular fica mais profundo, sendo capaz de encontrar umidade para suportar pequenos períodos de estiagem. Outra vantagem é que no preparo de solo com o arado há a inversão da leiva de solo, onde as sementes de plantas espontâneas ficam em condições desfavoráveis à germinação e competição com a cultura instalada (milho e feijão) retardando assim a operação da primeira capina.

Figura 8 – Conjunto arado e semeadora adaptados para efetuar a aração simultânea à semeadura

Foto: acervo de José Barbosa dos Anjos.

6 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA *IN SITU*: SULCAMENTO PÓS-PLANTIO

Este sistema consiste no preparo de solo e plantio no plano, seguido de sulcamento entre as linhas de cultivo por ocasião da segunda ou terceira capina, dependendo da cultura e de seu desenvolvimento. O método permite que a linha de plantio situada no solo ligeiramente plano, fique sobre a parte superior de um camalhão, esta operação pode ser efetuada com sulcadores de tração mecânica ou animal. O período mais recomendado para o sulcamento após o plantio é de 30 a 40 dias para o feijão caupi e de 20 a 30 dias para o milho, ou se preferir por ocasião da floração, ocasião em que a maioria dos agricultores no semiárido efetuam

a amontoa (abacelamento) aumentando assim um maior volume de solo para exploração do sistema radicular.

O sulcamento em pós-plantio também é recomendado em anos com precipitações acima da média como uma maneira de propiciar uma aeração do sistema radicular da cultura implantada (Figura 9).

Figura 9 – Desenho esquemático do sulcamento pós-plantio (esquerda); sulcamento pós-plantio no cultivo de milho (direita)

Fonte: Desenho esquemático de José Cletis Bezerra. Fotos: acervo de José Barbosa dos Anjos.

7 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA IN SITU: SULCAMENTO PRÉ-PLANTIO

O sistema consiste no preparo de solo e plantio no plano, seguido de sulcamento pré-plantio entre as linhas de cultivo, consiste de uma aração e abertura dos sulcos distanciados de 0,75 m. Na abertura dos sulcos, utiliza-se o equipamento do tipo barra porta-implementos que servem de suporte para sulcadores, e discos podendo ser tracionados com tratores ou à tração animal (Figura 10).

Figura 10 – Desenho esquemático do sistema de cultivo, composto de aração e sulcamento em pré-plantio (esquerda); Sulcamento pré-plantio com sulcadores (centro); Sulcamento pré-plantio com discos (direita)

Fonte: Desenho esquemático de José Cletis Bezerra. Fotos: acervo de José Barbosa dos Anjos.

O sulcamento pré-plantio além de ser uma técnica de captação de água de chuva in situ, também é utilizado com a finalidade de propiciar maior volume de solo a ser explorado pelo sistema radicular das culturas implantadas (Figura 11).

Figura 11 – Consórcio com sulcamento em pré-plantio a) milho e feijão (imagem à esquerda); Consórcio mandioca, feijão e batata doce (imagem à direita)

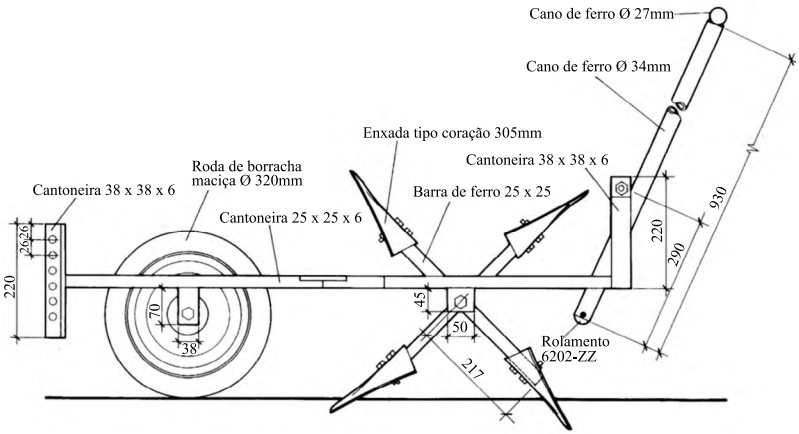
Fotos: acervo de José Barbosa dos Anjos.

8 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA IN SITU: SULCO BARRADO

Este sistema foi desenvolvido pela Embrapa Semiárido e consiste de uma aração seguida de sulcamento no espaçamento exigido pela cultura. Na etapa seguinte, utiliza-se implemento denominado "barrador de sulcos" para fazer as pequenas barreiras, que devem ficar de 2 a 3 metros uma da outra no fundo dos sulcos situados entre os camalhões que constituem a linha de plantio, sendo o controle da distância das barreiras feito pelo operador. As barreiras dentro do sulco têm finalidade de impedir o escoamento da água de chuva e promover maior infiltração, podendo ser confeccionadas antes ou depois de o cultivo ser implantado.

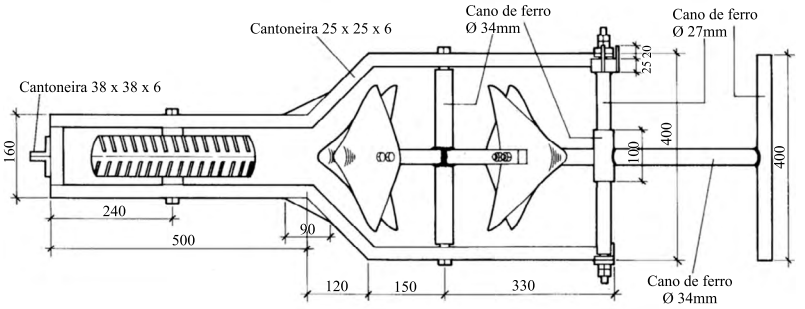
A simplicidade do barrador de sulco e seu baixo custo viabilizam a adoção desta técnica pelos pequenos agricultores. Nas (Figuras 12 e 13), podem ser observados detalhes da construção do equipamento, cujas unidades de medidas estão apresentadas em milímetros.

Figura 12 – Vista lateral do equipamento barrador de sulcos, com unidades de medida em milímetros



Fonte: desenho de José Clétis Bezerra.

Figura 13 – Vista superior do equipamento barrador de sulcos, com unidade de medida em milímetros



Fonte: desenho de José Clétis Bezerra.

O equipamento é tracionado por um animal, mas pode ser adaptado para uso em barra porta-implementos. Para efetuar o preparo do solo, é necessário que o terreno esteja isento de tocos e pedras, e a declividade seja inferior a 5%. Os barramentos dos sulcos podem ser efetuados em pré ou pós-plantio (Figura 14).

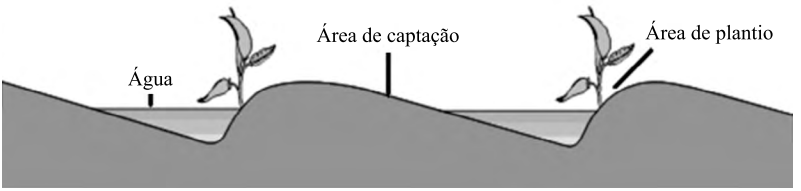
Figura 14 – Captação de água de chuva in situ com sulcos barrados. Equipamento tracionado por um animal (superior à esquerda); Barramento em pré-plantio (superior à direita); Barramento após uma chuva (inferior à esquerda); Sulcos barrados refeitos no cultivo consorciado de milho e feijão por ocasião da capina (inferior à direita)

Fonte: fotos a, b, d, acervo de José Barbosa dos Anjos; foto c, acervo de Nilton de Brito Cavalcanti.

9 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA *IN SITU*: ARAÇÃO EM FAIXAS USANDO TRATOR

Este sistema consiste da aração do solo em faixas, com o objetivo de formar sulcos, seguidos por camalhões altos e largos, confeccionados em curvas de nível, utilizando o arado reversível de três discos. A captação da água de chuva é efetuada na parte do solo que não foi mobilizada pelo arado (Figura 15).

Figura 15 – Desenho esquemático do sistema de preparo de solo com captação de água de chuva no sistema Guimarães Duque



Fonte: desenho de José Clétis Bezerra.

O preparo do solo com aração em faixas usando trator, adaptado pela Embrapa Semiárido, conhecido também por método de "Guimarães Duque", recebeu este nome em homenagem ao seu idealizador e grande estudioso dos problemas do Nordeste, que no século passado já usava esta técnica no Instituto Nordestino para a Fomentação do Algodão e Oleaginosas (Infaol). Atualmente, o método de aração em faixas pode ser utilizado para cultivos dependentes de chuva, na recuperação de pastagens, consorciando-as com culturas alimentares, ou energéticas (mamona) como matéria prima para produção de biodiesel.

Para o procedimento de aração em faixas, recomenda-se retirar o disco que fica mais próximo dos pneus traseiros do trator, sendo o trabalho efetuado com os outros dois discos que ficaram no arado (Fig.16a). Cada faixa é preparada com uma passagem do implemento (arado adaptado), que é composta de um sulco largo e profundo, seguido de um camalhão elevado (parte arada), que constitui a zona de plantio da cultura (Fig.16b). A seguir, repete-se a aração da faixa subsequente e, assim, sucessivamente, até preparar toda a área destinada ao plantio.

O operador (tratorista) inicia a aração tomando por base as curvas de nível marcadas no terreno. Depois do primeiro sulco aberto no início da aração, para efetuar o segundo sulco, deve-se ter cuidado ao manobrar o trator, de forma que os pneus traseiros e dianteiros passem sobre o solo que ainda não foi arado, isto é, margeando o sulco anterior e, assim, sucessivamente. O espaçamento entre os camalhões, onde estão dispostas as linhas de cultivo, é de 1,50 m. As (Figuras 16c e 16d) dá ideia desse tipo sistema.

Figura 16 – Etapas do preparo de solo com captação de água de chuva no sistema de cultivo Guimarães Duque. Arado adaptado (superior à esquerda); Sulcos profundos com camalhões elevados pronto para semeadura (superior à direita); Captação de água após uma chuva (inferior à esquerda); Sistema implantado com milho (inferior à direita)

Fotos: acervo de José Barbosa dos Anjos.

É um sistema para ser manejado a cada ciclo de cultivo, isto é refazendo a aração, com isso também se faz uma rotação gradual da zona de plantio. O operador (tratorista) coloca os pneus do trator dentro dos dois primeiros sulcos, e ara o camalhão de maneira que a leiva arada cubra o primeiro sulco, ao manobrar o trator colocam-se os pneus nos sulcos seguintes, de maneira que o último sulco seja sempre coberto pela leiva de solo arado e assim sucessivamente até refazer toda a área. O método Guimarães Duque propicia a vantagem de incorporar restos de culturas e plantas espontâneas, promovendo desta maneira a reciclagem da matéria orgânica, consequentemente, mantendo o nível de fertilidade do solo para a exploração de cultivos em sequeiro.

REFERÊNCIAS

ANJOS, J. B. dos. Equipements a traction animale developpes par le CPATSA pour les cultures de la region tropicale semi-aride du Brésil. **Machinisme Agricole Tropicale**, n. 91, p.60-63, jui./sep. 1985.

ANJOS, J. B. dos; BARON, V.; BERTAUX, S. **Captação de água de chuva *in situ* com aração parcial**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1988. 4 p. (Embrapa-CPATSA. Comunicado Técnico, 26)

ANJOS, J. B. dos; CAVALCANTI, N. de B.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da. Captação in situ: água de chuva para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. cap. 7, p.141-155.

BATISTA, J. M. **Influência da forma geométrica dos discos de arado no preparo**. Dissertação (Mestrado). Santa Maria: UFSM, 1980.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Ciência e Tecnologia. **Portaria Interministerial** nº 1, de 09 de marco de 2005. Diário Oficial, Brasília, 11 de março de 2005.

DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B. dos; MOREGADO, L. B.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S. **Cultivo da mamoneira para o semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 12 p. (Embrapa Semiárido. Circular Técnica, 85).

LOPES, P. R. C.; BRITO, L. T. de L. Erosividade da chuva no médio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 129-133, 1993.

PORTO, E. R.; GARAGORRY, F. L.; SILVA, A. de S.; MOITA, A. W. **Risco climático**: estimativa de sucesso da agricultura dependente de chuva para diferentes épocas de plantio I. Cultivo do feijão (Phaseolus vulgaris L.). Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1983. (Embrapa-CPATSA. Documentos, 23).

PORTO, E. R.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, A de S. Influência do tamanho da propriedade para convivência com o Semiárido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA, 5., 2005, Teresina, PI. **Anais**..., Teresina: ABCMAC: Embrapa Semiárido, 2005. 1 CD-ROM.

SANTOS, M. O.; FREITAS, I. M. de; BRITO, L. T. de L.; ANJOS, J. B. dos; **Barragem subterrânea**: água para uso na agricultura. Niterói: Programa Rio Rural, 2009. 13 p. il. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 17).

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R. **Utilização e conservação de recursos hídricos em áreas rurais do Trópico Semiárido do Brasil**: tecnologias de baixo custo. Petrolina: Embrapa-CPATSA,1982. 128 p. il. (Embrapa--CPATSA. Documentos, 14).

Capítulo 4

Barreiro para uso da água em irrigação de salvação

Luiza Teixeira de Lima Brito
Aderaldo de Souza Silva
Roseli Freire de Melo
José Barbosa dos Anjos
Lúcio Alberto Pereira

1 INTRODUÇÃO

O clima do semiárido brasileiro caracteriza-se mais fortemente pela irregularidade na distribuição das precipitações pluviométricas, do que pela lâmina total precipitada, com a ocorrência de constantes veranicos. Associada a esta característica, a maioria dos solos são rasos, pedregosos, com baixos teores de matéria orgânica, apresentando, assim baixa capacidade de armazenamento de água, consequentemente, há déficit de umidade no solo, que na maioria das vezes, coloca em risco ou inviabiliza a atividade agrícola praticada nessas áreas.

Produzir alimentos nessas condições exige medidas tecnológicas apropriadas referentes ao uso e manejo do sistema água-solo-planta. Dada à agricultura irrigada consumir atualmente a maior parte da água doce disponível dos países em desenvolvimento, estimada entre 60 a 80% (CHISTOFIDIS, 2008), encontrar meios de produzir mais alimentos com menos água é um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade. Assim, deve-se

colocar em prática, o conceito de "produtividade da água" apresentado por vários estudiosos, dentre esses, citam-se **Bluemling et al. (2007)**. No contexto da agricultura, o aumento da produtividade da água está relacionado a vários fatores, como potencial genético das culturas, práticas adequadas e eficientes de manejo e conservação de solo e água, e políticas de incentivo à produção. Entendido dessa forma, o aumento da produtividade da água pode ser uma resposta ao problema da escassez hídrica, principalmente, para produzir alimentos.

Analisar conjuntamente o efeito das práticas que conduzem ao conceito de produtividade da água, visando ao aumento da eficiência de água, com os da escassez de recursos hídricos no Semiárido brasileiro tem sido objeto de vários estudos realizados pela Embrapa Semiárido, resultando em diferentes alternativas tecnológicas voltadas para aumentar a disponibilidade dos recursos hídricos para usos diversos nas comunidades, inclusive, para reduzir os efeitos da irregularidade das chuvas. Estas alternativas se constituem de pequenas estruturas hídricas representadas pelas cisternas para consumo humano, animal e vegetal; barragem subterrânea; captação *in situ* e pequenas barragens para uso da água na irrigação de salvação (BRITO et al., 2007).

A irrigação de salvação constitui-se da aplicação de uma lâmina de água, durante o período das chuvas, para atender ao requerimento mínimo das culturas, após a ocorrência de déficit de umidade no solo, caracterizados pelos veranicos recorrentes. Assim, é possível reduzir os riscos de exploração, estabilizando a produção agrícola e garantindo a segurança alimentar das famílias em anos de chuvas irregulares.

Fundamentado nas limitações e potencialidades da região, a Embrapa Semiárido, desde 1978, vem desenvolvendo ações de pesquisa, que conferem às propriedades rurais uma infraestrutura hídrica capaz de permitir a convivência do homem com as adversidades climáticas. Entre essas tecnologias, o uso da irrigação de salvação tem reduzido os riscos da exploração agrícola em anos cuja precipitação pluviométrica é irregular, proporcionando até duas colheitas em anos considerados normais de chuvas. Segundo Porto et al. (1983), no Semiárido brasileiro, três em cada dez anos são considerados normais com relação à quantidade e à distribuição das chuvas.

No Nordeste brasileiro, existem diversos pequenos reservatórios que não se prestam para irrigação de salvação, porque, como não foram construídos em áreas que permitam a irrigação por gravidade, normalmente, necessitam de sistema de bombeamento para transporte da água até a área de plantio, inviabilizando a irrigação para os pequenos produtores. O mo-

delo concebido pela Embrapa Semiárido possibilita a captação e o armazenamento das águas que escoam no solo proveniente das precipitações pluviométricas, dispensando o sistema de motobomba (SILVA et al., 1981).

Entre as culturas mais exploradas nas áreas de plantio dos barreiros para uso em irrigação de salvação encontram-se aquelas com caráter de subsistência, como exemplo, feijão vigna (*Vigna unguiculata* L., (Walp.)), também conhecido como feijão macassar ou feijão-de-corda, é uma das variedades mais consumidas. Da mesma forma acontece com o milho (*Zea mays* L.), que é extensivamente utilizado como alimento humano, devido às suas qualidades nutricionais. Estas espécies constituem a base da alimentação do povo nordestino, necessitando, assim, de incentivos para a obtenção de maiores produtividades no âmbito da agricultura familiar.

Nesse cenário, a utilização de variedades precoces, associada às técnicas que aumentam a disponibilidade de água no solo, como as cultivares de feijão caupi e de milho com estas características, a BRS-Pujante e BRS-Caatingueiro, poderão reduzir os riscos de produção dessas culturas, proporcionando aumentos da produtividade dos sistemas de produção dos pequenos e médios produtores rurais do Semiárido brasileiro.

2 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO BARREIRO DE IRRIGAÇÃO DE SALVAÇÃO

O barreiro é um pequeno reservatório de terra para armazenamento da água de chuva que escoa na superfície de uma área preestabelecida, cuja água é utilizada para irrigar as culturas nos veranicos que ocorrem no período de chuva. O barreiro é formado por três partes integradas, como descrito abaixo e observado na Figura 1.

Figura 1 – Barreiro para uso em irrigação de salvação de culturais anuais

Foto: arquivo Embrapa Semiárido.
Nota: a) Área de captação (Ac); b) Tanque de armazenamento (Ta); c) Área de plantio (Ap).

Componentes do barreiro de irrigação de salvação

A área de captação

A área de captação deve ter declividade mínima de 2% para permitir maior escoamento da água das chuvas para o tanque de armazenamento. Deve ser dimensionada considerando as características climáticas da região, a área total e as culturas a serem irrigadas. Nesta área, que não deve ser totalmente desmatada, podem ser construídos drenos, em curva de nível, para evitar erosão, espaçados de 15 a 20 metros para favorecer a indução do escoamento superficial. Os sulcos da área de captação devem ser direcionados ao tanque de armazenamento (Figura 2), é recomendado colocar pedras na extremidadedos drenos próximos ao tanquepara diminuir a velocidade da água e reduzir o assoreamento.

O tanque de armazenamento

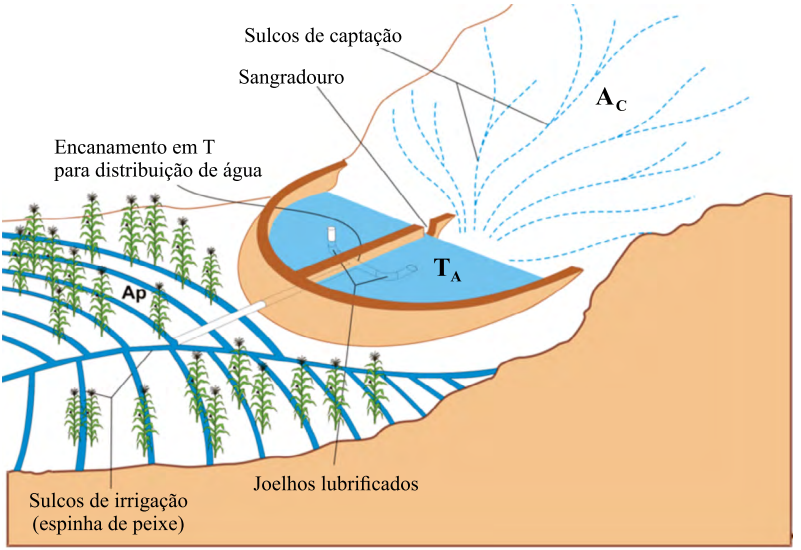
No momento recomendado, o tanque contém uma parede, dividindo-o em dois compartimentos, de modo que as primeiras águas da chuva são direcionadas para um deles.

Assim, no início das chuvas a água escoada é conduzida para um deles e, após seu enchimento, a água é desviada, para o segundo, por meio de um sangradouro disponível na extremidade da parede divisória, isso reduz a exposição do espelho d'água ao processo evaporativo e de infiltração. Do mesmo modo, diante da necessidade de uso da água, inicialmente, utiliza-se a água armazenada em um dos compartimentos. Este modelo reduziu perdas de água em até 50%, em estudos realizados na Embrapa Semiárido (Silva et al.. 1981). Também, permite antecipar a utilização da água armazenada, uma vez que, as águas das primeiras precipitações formam maior carga hidráulica com a mesma quantidade de chuva, além de possibilitar que um dos compartimentos seja utilizado para irrigação e o outro para consumo animal e, neste caso, teria que ser cercado para evitar a entrada de animais na área de plantio.

Área de plantio

A área de plantio deve apresentar declividade de até 5%, para permitir que a irrigação seja efetuada por gravidade, como demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Detalhamento dos componentes do barreiro



Fonte: desenho de José Clétis Bezerra.

Para a implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva por escoamento superficial, por meio do barreiro para uso em irrigação de salvação, vários fatores devem ser considerados, como os descritos no Quadro 1 a seguir.

Ambientes	Descrição
Solos	Área de captação (A_C) – os solos indicados devem ser, preferencialmente inadequados à exploração agrícola. Como exemplo, os solos devem ser rasos, pedregosos ou rochosos, para permitir maior escoamento superficial. Estas características são contrárias às dos solos ideais para a área de plantio (A_P), os quais devem ser férteis, com profundidade superior a 0,50 m, apresentar características físico-hídricas ideais às culturas a serem exploradas e não apresentar tendências à salinização. O tanque de armazenamento requer solos com baixa capacidade de infiltração, visando à redução de perdas por percolação e proporcionar maior estabilidade no talude (parede) do barreiro.
Clima	É recomendado o uso do barreiro para uso em irrigação de salvação para regiões de baixas precipitações pluviométricas, na amplitude de 300 a 800 mm anuais, principalmente em áreas com limitações de água para a exploração agrícola. Nesta característica, se insere todo o Semiárido brasileiro.
Topografia	Como a irrigação é realizada por gravidade, para evitar custos com sistema de bombeamento, para que o sistema funcione adequadamente, (área de captação, tanque de armazenamento e área de plantio) é necessária uma área global com declividade variando de 0,5 a 15%. Porém, a área de plantio deve ter declividade de até 5%.

Nas diferentes etapas de implantação do sistema, a seleção da área é de suma importância para garantir sua eficiência. Esta área deve ser selecionada tendo-se uma visão geral de cada elemento básico do sistema, que constitui das áreas de captação, de armazenamento e de plantio.

3 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

O dimensionamento do sistema de captação de água de chuva, constituído pelo barreiro para uso em irrigação de salvação, depende de determinados fatores tais como: tamanho da área a ser plantada; volume de água possível de ser armazenada nele; perspectivas das perdas de água por evaporação e infiltração; precipitação média anual local; tipo de cobertura e inclinação da área de captação. Em geral, no dimensionamento dos componentes do barreiro para uma região de baixas precipitações (400 mm anuais), deve-se considerar que:

– 100 mm de água armazenada por hectare, à disposição do produtor, são necessários para reduzir sensivelmente os efeitos das secas prolongadas que ocorrem durante os períodos chuvosos, denominados veranicos;
– 1,5 ha de área cultivada com culturas alimentares é suficiente para o produtor garantir a alimentação básica da família e algum excedente que possa ser comercializado;
– Perdas totais de água por infiltração e evaporação correspondem a, aproximadamente, 50% do volume útil. Por outro lado, para irrigar uma área de 1,5 ha com culturas de milho e feijão, são necessários em torno de 3.000 m^3 e uma área de captação de água de 3,8 ha, com uma eficiência de escoamento (C) de 0,20.

Definidas a área de plantio e as culturas a serem exploradas, parte-se para o dimensionamento das necessidades de água das culturas que se pretendem explorar. Também, devem ser consideradas as perdas totais de água por evaporação e por infiltração ocorridas durante o período em que a água ficar armazenada no reservatório. As perdas totais de água por evaporação devem ser consideradas no dimensionamento do sistema, pois, em média, representam 50% do volume útil de água a ser armazenado.

4 LIMITAÇÕES NA CONSTRUÇÃO DO BARREIRO DE IRRIGAÇÃO DE SALVAÇÃO

A construção do barreiro para irrigação de salvação apresenta algumas limitações que devem ser consideradas, quando se pretende implantar essa tecnologia, mesmo conhecendo o potencial quanto à sua importância para a produção agrícola em áreas dependentes de chuva, pois ela apresenta algumas limitações que devem ser consideradas, como apresentado a seguir:

- Requer condições especiais de solo – que deve ser adensado – e de relevo, de modo que se possa construir a área de captação a montante e a área de plantio a jusante. Essa área especial ocuparia cerca de 3 hectares;
- A área de captação teria que ser mantida sempre limpa, o que implicaria custos.

- Precipitação pluviométrica abundante para encher o barreiro;
- A área irrigável não deve ser extensa – devido à dimensão do barreiro, à evaporação e à infiltração de água –, podendo ter, no máximo, 2 hectares;
- O custo de construção do barreiro é considerado elevado, pois demandaria aproximadamente 90 horas de trator-esteira.

Esse quantitativo de horas-máquina tem como base a construção do tanque de armazenamento com capacidade para 3.000 m^3 de água.

5 ESTUDO DE CASO: IRRIGAÇÃO DE SALVAÇÃO

Os estudos sobre irrigação de salvação com as culturas do feijão vigna (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), também conhecido como feijão caupi, macassar ou feijão de corda, e do milho (*Zea mays* L.), sob adubação orgânica foram conduzidos na Estação Experimental da Embrapa Semiárido, em que o clima é classificado como Semiárido quente BSw'h, conforme classificação de Köeppen (Latitude: 09º05´S, Longitude: 40º24´W, Altitude: 379m). Apresenta temperatura média anual de 26,3 ºC e precipitação média anual é de 566,7 mm (MOURA et al., 2007). Essas culturas são consideradas como de subsistência do Nordeste brasileiro e, seus grãos são extensivamente utilizados como alimento humano, devido às suas qualidades nutricionais.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico abruptico plíntico, que são solos medianamente profundos, moderadamente drenados, textura arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica (SANTOS et al., 2006). Demais características físicas e químicas do solo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características físicas e químicas do solo da área experimental

Prof. (m)	Granulometria (%)			Densidade (kg m-3)		Água retida (atm)	
	Areia	Silte	Argila	Partícula	Solo	0,33	15
0-0,20	81,03	9,54	9,44	2,58	1,49	8,06	4,35
0,20-0,40	73,69	8,75	17,56	2,56	1,42	12,37	7,57

Características químicas

pH	P^{+}	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Al^{+++}	H+Al	Na^{+}	$S_{(base)}$	CTC	CE	M.O.
	mg dm-3	----------^{c}molcdm^{-3}----------						------%------		dSm^{-1}	g kg^{-1}
6,2	4,0	0,23	2,1	0,5	0,05	1,81	0,11	2,94	4,75	0,20	7,45

Fonte: elaborada pelos autores com base em SANTOS et al. (2006).

O preparo do solo foi realizado utilizando-se aração, gradagem e sulcamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, constituindo-se de T1: irrigação de salvação e adubação orgânica; T2: irrigação de salvação; T3: adubação orgânica; T4: cultivo em condições de sequeiro sem adubação orgânica, considerada como testemunha, e três repetições. As parcelas experimentais foram formadas por quatro sulcos com 30 m de cumprimento, com as repetições com 10 m cada, tanto para o caupi quanto para o milho. A adubação orgânica consistiu da aplicação de 24 kg de esterco bovino por metro linear de sulco, nos tratamentos T1 e T3, objetivando melhorar as características do solo, principalmente, favorecer no aumento da disponibilidade de macronutrientes (NPK) às culturas. Para se efetuar a aplicação de água nas culturas do feijão caupi e do milho, por meio das irrigações de salvação, foram considerados os estádios de desenvolvimento dessas culturas, o período de ocorrência de chuvas e o volume total precipitado na área do experimento. Neste sentido, sempre que ocorreram veranicos, ou seja, ausência de chuvas por mais de uma semana no período de cultivo, foram aplicados 24 litros de água por metro quadrado, que corresponde a uma lâmina média de 24 mm, distando da planta de 0,20-0,30 m, aproximadamente.

As cultivares de caupi BRS-Pujante e milho BRS-Caatingueiro foram semeadas colocando-se cinco sementes por cova de acordo com cada parcela experimental, no espaçamento de 1,0 m x 0,4 m. Após a germinação, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas duas plantas por cova. A escolha dessas cultivares se deve ao fato de características que imprimem redução nos períodos de cultivo e a obtenção de maiores produtividades

médias, associadas às técnicas que reduzem o déficit de umidade no solo, poderão reduzir os riscos de exploração da agricultura praticada pelos pequenos produtores, principalmente, em regiões áridas e semiáridas.

O plantio das sementes do feijão caupi e do milho foi efetuado em 3 de março de 2008, após a ocorrência de 79,1 mm de chuva, entre os dias 27 de fevereiro e 1° de março, proporcionando umidade ao solo favorável à germinação das sementes, que ocorreu cinco dias após o semeio. Foram avaliados produtividade, altura da planta, diâmetro basal, número de vagens ou número de espigas por planta e fitomassa verde e seca.

O peso da matéria seca foi obtido a partir de uma amostra ao acaso de 25 plantas por tratamento. As plantas foram secas em estufa à temperatura média de 60-70º C, até atingir peso constante. Para avaliação da produtividade de grãos, após a secagem, as vagens e as espigas foram debulhadas e os grãos pesados, de acordo com cada tratamento, e transformados em kg ha^{-1} (13 % base úmida). A análise de variância e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

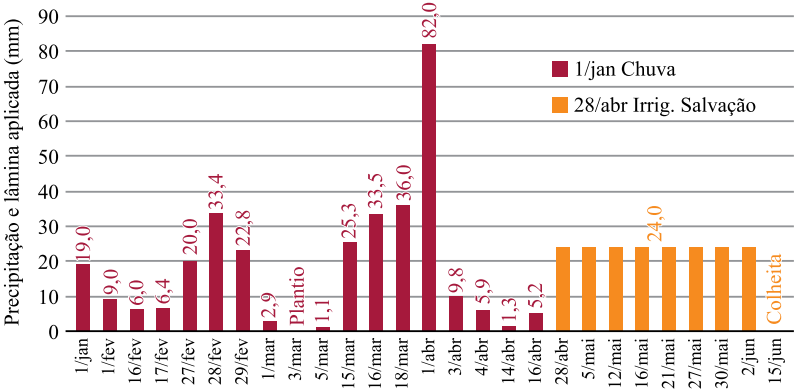
As culturas de feijão cuapi e do milho revestem-se de importância ímpar, dada sua forte participação na alimentação do nordestino, em especial, dos residentes no Semiárido brasileiro. Dessa forma, alternativas tecnológicas que possam contribuir para amenizar o efeito das irregularidades climáticas e, consequentemente, proporcionar aumento na produtividade das culturas devem ser priorizadas.

A Figura 3 apresenta a distribuição das precipitações pluviométricas ocorridas na área experimental de janeiro a 28 de abril de 2008. Porém, no período de 03/03 (plantio) a 28/04, ocorreram 200,1 mm de precipitações, dos quais, 82,0 mm em apenas um único dia (01/04), o que favoreceu o desenvolvimento do feijão caupi e do milho nas fases iniciais. Nota-se que a partir de 03/04, nas fases enchimento e maturação de grãos, a precipitação ocorrida foi de apenas 22,2 mm, o que implicou na necessidade da complementação de água às culturas, por meio da irrigação de salvação. Dessa forma, foram aplicadas lâminas 120 mm e 192 mm de água nas culturas do feijão caupi e do milho, totalizando 320,1 mm e 392,1 mm, em um total de cinco e oito irrigações, respectivamente. As aplicações foram realizadas em uma frequência semanal, tendo em vista que no tratamento sem a aplicação de água, as culturas apresentaram sintomas de murchamento, principalmente, a cultura do milho, que poderia causar redução nas produtividades.

Ressalta-se a importância de observar a distribuição das precipitações pluviométricas em cada ciclo de produção. Em outra situação de distribui-

ção das precipitações, as aplicações das irrigações de salvação poderiam ter sido feitas nos veranicos que comumente ocorrem entre dias de chuvas.

Figura 3 – Ocorrência das chuvas e água aplicada no período de desenvolvimento das culturas do caupi e do milho



Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados de pesquisa.

Lima (1989), citado por Andrade Junior et al. (2003), ressalta que as necessidades de água do feijão caupi podem variar de 300 a 450 mm/ciclo, dependendo da cultivar, do solo e das condições climáticas locais. O consumo hídrico diário raramente excede 3,0 mm, quando a planta está na fase inicial de desenvolvimento. Para as condições edafoclimáticas de Teresina/PI encontraram-se valores da ordem de 2,1 mm.dia^{-1} para a variedade BR 10-Piauí. Considerando o total das chuvas e as irrigações de salvação ocorridas, a lâmina de água total aplicada no ciclo do feijão caupi foi de 398,1, valor este entre os limites apresentados por Lima (1989).

Pode-se observar que não ocorreu diferença estatística para altura de plantas de caupi entre T1, T2 e T3. Na avaliação da produtividade do feijão caupi entre os tratamentos avaliados, observou-se que não houve diferença entre os tratamentos T1 e T3, sendo a produtividade obtida com T1 igual a 1.422,5 kg ha^{-1} de grãos, seguido por T3 (1.385,8 kg ha^{-1}) (Tabela 2). Nos demais tratamentos, foram evidenciados os efeitos da irrigação de salvação e da adubação orgânica em relação à testemunha (T4). Analisando-se o efeito dos tratamentos isolados em relação à testemunha, observa-se que os maiores incrementos foram de 54,5% entre T1:T4 e de 50,5% entre T2:T4,

evidenciando-se, assim, a contribuição da maior oferta de água para as plantas, proporcionada pela irrigação de salvação, pela adubação orgânica como também pela regularidade na distribuição das chuvas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Para os demais parâmetros avaliados, os resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Altura de planta (m), diâmetro basal (m), número de vagem, matéria seca e verde (kg) e produtividade do caupi (kg ha-1) obtidas com os diferentes tratamentos

Tratamentos	Altura da planta (m)	Diâmetro basal (m)	Nº. de vagens	Matéria verde (kg)	Matéria seca (kg)	Produtividade grãos (kg ha^{-1})
T1	0,37a	0,57a	8,1a	0,086a	0,019a	1.422,5a
T2	0,37a	0,44b	6,1b	0,053b	0,014b	1.050,0b
T3	0,36a	0,35c	5,94b	0,047c	0,010c	1.385,8a
T4	0,31b	0,26d	3,83c	0,038d	0,009c	920,8c
Média	0,35	0,41	5,95	0,062	0,014	1.171,6

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados de pesquisa.

No Semiárido brasileiro, tradicionalmente, o caupi é cultivado em regime de sequeiro, porém, nessas condições, a produtividade média alcançada no âmbito dos produtores é da ordem de 300 kg ha^{-1} de grãos e em condições irrigadas, podendo atingir 1.520 kg ha^{-1} de grãos (SANTOS et al., 2002). Cita-se, também, que as variedades mais cultivadas em áreas irrigadas são IPA 206, EPACE 10 e Canapu Precoce. SANTOS et al. (2002) avaliaram diferentes cultivares e genótipos de feijão caupi com objetivo de estudar sua adaptabilidade e estabilidade de rendimento em regime irrigado e de sequeiro, em diferentes tipos de solos e sem adubação, e obtiveram produtividades de 1.623 e 1.107 kg ha^{-1} de grãos, respectivamente, em áreas irrigadas e de sequeiro; produtividades estas compatíveis com as obtidas nestes estudos.

Com a cultura do milho, os resultados obtidos (Tabela 3) indicam semelhança entre tratamentos T1 (irrigação de salvação + adubação orgânica) e T3 (adubação orgânica) para altura de planta. Porém, na avaliação da produtividade de grãos, todos os tratamentos apresentaram diferença estatística, evidenciando-se o efeito conjunto da irrigação de salvação e

da adubação orgânica, sendo a produtividade de T1 igual a 6.099,1 kg ha^{-1} de grãos, seguida por T3 com 4.805,0 kg ha^{-1} de grãos. Observando-se os efeitos da irrigação de salvação (T2) e da adubação orgânica (T3) de forma isolada, sobre a testemunha (T4), nota-se que com T2 ocorreu mais que o dobro da produtividade de grãos e quase o triplo com (T3), respectivamente. Para os demais parâmetros, os resultados apresentaram diferença estatística em todos os tratamentos, comportamento semelhante ao da cultura do feijão caupi.

Tabela 3 – Altura de planta (m), diâmetro basal (m), número de espigas, peso da espiga (kg), matéria seca e verde (kg) e produtividade do milho obtidos com os diferentes tratamentos

Tratamentos	Altura da planta (m)	Diâmetro basal (m)	Nº de espiga	Peso de espiga (kg)	Matéria verde (kg)	Matéria seca (kg)	Produtividade de grãos (kg ha^{-1})
T1	1,75a	0,18a	1,2a	0,28a	0,43a	0,51a	6.099,10a
T2	1,52b	0,11c	0,67c	0,18c	0,14c	0,08c	3.982,5c
T3	1,69a	0,15b	0,88b	0,25b	0,34b	0,13b	4.805,0b
T4	1,21c	0,07d	0,60d	0,17c	0,14c	0,06d	1.808,3d
Média	1,54	0,12	0,90	0,22	0,28	0,10	3.953,3

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados de pesquisa.

A cultivar de milho BRS-Caatingueiro apresenta potencial genético para atingir produtividades de até 5.000 kg ha-1, com valores médios entre 2.000 a 3.000 kg ha-1 para as condições semiáridas (CARVALHO et al. 2004).

Os valores de produtividade do milho BRS-Caatingueiro obtidos nessa pesquisa se assemelham aos valores obtidos por Wendling et al. (2002) e Suzuki e Alves (2004), em que obtiveram 5.893 kg ha-1, com um total de 816,8 mm de chuva no ciclo de cultivo, e com 5.258 kg ha-1, com precipitações superiores a 1.000 mm, respectivamente. Considerando o total das chuvas e as irrigações de salvação ocorridas, a lâmina de água total aplicada no ciclo do milho correspondeu a 470,1 mm.

Doorenbos e Kassan (1979) ressaltam que quantidade de água necessária durante seu ciclo produtivo é, em média, de 500,0-800,0 mm. Afirmam, ainda, que o rendimento máximo de uma cultura é aquele obtido com uma variedade altamente produtiva e bem adaptada ao respectivo ambiente de crescimento, cultivada em condições em que não haja limitação de fatores como água e nutrientes, e controle de pragas e doenças, durante seu cultivo até o amadurecimento; em geral, a diminuição na produtividade ocasionada por déficit hídrico durante o período vegetativo e de maturação, é relativamente pequena, enquanto durante o florescimento e os períodos de formação da produtividade será maior.

Segundo dados do FIBGE (2006), em 2005, as produções médias de milho cultivado em condições dependentes de chuva nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas foram de 661, 497, 465, 402, 560 e 475 kg ha^{-1}, respectivamente.

Os resultados de produtividade obtidos tanto para o caupi quanto para o milho ressaltam a importância do uso destas práticas em condições de cultivos dependentes de chuva, como ressaltado no conceito de "produtividade da água", embora, sejam pouco utilizadas pelos agricultores, que preferem vender o esterco do curral, muitas vezes, a baixos custos.

Finalmente, os resultados apresentados no Estudo de Caso comprovam que em locais onde a área foi selecionada de forma adequada e, em anos mesmo com a ocorrência de precipitações pluviométricas abaixo da média, como foi verificado em 2008, com um total de 320,1 mm e 392,1 mm de chuva e com o uso da irrigação de salvação nas culturas do feijão caupi e do milho, respectivamente, foi possível obter elevadas produtividades, reforçando a importância do uso de tecnologias de captação de água de chuva para uso na agricultura, visando à redução dos riscos de perda de

safra diante à irregularidade das chuvas, fenômeno comum no Semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SANTOS, A. A. dos; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS. E. A.; MELO, F. de B.; VIANA, F. M.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. da S.; ROCHA, M. de M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo de feijão-caupi**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção, 2). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br / FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/index.htm>. Acesso em: 22 abr. 2009.

BLUEMLING, B.; YANG, H.; PAHL-WOSTL, C. Making water productivity operational - a concept of agricultural water productivity exemplified at a wheat–maize cropping pattern in the North China plain, **Agricultural Water Management**, v. 91, n.1-3, p.11-23, 2007.

BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 181 p. il.

CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M. X. dos; SILVA, A. A. G. da; CARDOSO, M. J.; SANTOS, D. M. dos; TABOSA, J. N.; MICHEREFF FILHO, M.; LIRA, M. A.; BOMFIM, M. H. C.; SOUZA, E. M. de; SAMPAIO, G. V.; BRITO, A. R. de M. B.; DOURADO, V. V.; TAVARES, J. A.; NASCIMENTO NETO, J. G. do; NASCIMENTO, M. M. A. do; TAVARES FILHO, J. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; CARVALHO, B. C. L. de. **Caatingueiro - uma variedade de milho para o Semiárido nordestino**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 8 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, n. 29).

CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e segurança alimentar. **Revista Item**, nº 77, 1º Trim., p, 16-21, Brasília, 2008.

DOORENBOS, J. E KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Roma, FAO, 1979. 193p.il. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal 2005**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 set. 2006.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; SÁ, I. I. de; LEITE, W. de M. Influência da precipitação pluviométrica nas áreas de captação de água de chuva na Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 6., 2007, Belo Horizonte. Água de chuva: pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável: **Anais...**, Belo Horizonte: UFMG, 2007. 1 CD-ROM.

PORTO, E. R.; GARAGORRY, F. L.; SILVA, A. de S.; MOITA, A. W. **Risco climático**: estimativa de sucesso da agricultura dependente de chuva para diferentes épocas de plantio I. Cultivo do feijão (Phaseolus vulgaris L.). Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1983. 129 p. (Embrapa-CPATSA. Documentos, 23).

SANTOS, C. A. F.; ARAUJO, F. P.; MENEZES, E. A. Comportamento produtivo de caupi em regimes irrigado e de sequeiro em Petrolina e Juazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2.229-2.234, 2002.

SILVA. A. de S.; PORTO, E. R.; GOMES, P. C. F. **Seleção de áreas e construção de barreiros para uso em irrigação de salvação no Trópico Semiárido.** Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1981. 43 p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 3).

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Produtividade do milho (*Zea mays* L.) influenciada pelo preparo do solo e por plantas de cobertura em Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum**. Agronomy. Mariingá, v.26, n.1, p.61-65, 2004.

WENDLING, A.; ELTZ, F. L. F.; DIDONÉ, A. JR.; COGO, C. M.; SANTOS, M. V. C.; BECKER, M. W. Produtividade de grãos e massa seca de milho sob plantio direto no período de 1998-2002. In: Reunião Brasileira de manejo e conservação do solo e da água, 14. **Anais...** Cuiabá, MT. 2002.

Capítulo 5

O tanque de pedra como tecnologia de captação e armazenamento de água de chuva e gestão comunitária dos recursos hídricos

Claudio Almeida Ribeiro
Edna Cristina Jatobá de Barros
Priscilla Barbosa da Silva

1 A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

> "A ecologia está ensinando que nós devemos preparar a população para viver com a semiaridez, tirar dela as vantagens... e fazer aqui... uma civilização com as cores da região."
>
> José Guimarães Duque, 2001.

Apreciar e viver em uma região semiárida é possível e prazeroso! Pois é um ambiente rico, instigante e desafiador, onde a própria Caatinga é um exemplo natural de versatilidade, adaptação e resistência das espécies que a compõe. Porém as intervenções humanas destroem todo o poder de resiliência deste bioma, através dos desmatamentos, queimadas, agrotóxicos, introdução de espécies não adaptadas (vegetal e animal), monoculturas, causando o desequilíbrio ambiental, erosão genética, compactação do solo,

perda da fertilidade natural do ecossistema, além de potencializar o déficit hídrico. Para Altieri (2013), um agroecossistema capaz de responder bem a uma perturbação, como uma seca severa, é um ambiente resiliente, pois mantém certa estrutura e funcionalidade apesar das condições adversas.

No campo social, o cenário se complica muito, pois além das intempéries ambientais que a população está submetida, há várias influências negativas nos âmbitos político e econômico.

É importante lembrar que o acesso à água no contexto do semiárido está amparado em nossa lei fundamental – Constituição de 1988, na qual à União, cabe o dever de cooperar com os/as agricultores/as para que estes/as tenham acesso à água. Todavia, a água ainda não é considerada um direito social dos cidadãos brasileiros e o dever da União de "cooperar" soa fraco mediante o contexto de distribuição desigual do ponto de vista natural (aspectos climáticos e geográficos) e dos conflitos advindos dos usos da água a partir dos setores usuários com relação ao impacto socioambiental provocado, e da sempre presente discussão sobre a posse da terra (aspectos sociais, políticos e econômicos). Para além dos mecanismos formais que em regra deveriam garantir este direito, a busca pela água fortalece a perspectiva da coletividade. O trabalho coletivo de famílias que enfrentam dificuldades similares no cotidiano deve ser, então, uma potencialidade para obtenção de êxito em questões voltadas à sua existência e dignidade, garantindo sua segurança alimentar e hídrica, fortalecendo a perspectiva da participação social organizada.

O ambiente semiárido do nordeste brasileiro é diversificado nos seus recursos naturais e complexo na convivência do homem com o seu clima seco e quente, constituindo-se em um fator limitante para a produção agropecuária dependente de chuvas, daí a necessidade de alternativas tecnológicas que aumentem a disponibilidade de água para o consumo humano, animal e produção de alimentos, como preconizado no programa P1+2, que significa "1" é a terra e o "2" é traduzido como uma água para consumo humano e a outra para produção de alimentos (SOUZA SILVA, 2006).

Observa-se que as infraestruturas de captação e armazenamento de água de chuva têm diminuído a vulnerabilidade dos agroecossistemas do semiárido, porém sabe-se que elas por si só, não são suficientes. O elemento fundamental para garantir o poder de resiliência socioecológica no semiárido é a capacidade da população local em inovar para resistir às variações climáticas.

As secas severas ou estiagens prolongadas provocam perturbações cíclicas nos agroecossistemas tropicais. No semiárido brasileiro, este fenômeno é uma constante e vem sendo superado pelas famílias camponesas a cada ciclo, a partir da aplicação de um conjunto de saberes, construído coletivamente, dentro do processo convivência com o ambiente.

De acordo com Altieri (2013), são essas pessoas que estão mais expostas aos impactos das mudanças climáticas, devido ao seu estilo de vida dependente diretamente dos recursos naturais. Mas não são as populações mais vulneráveis, pois usam uma série de técnicas tradicionais como sementes crioulas adaptadas à seca, estocagem de água, plantio em consórcio, extrativismo entre outros. A este uso diversificado do ambiente Altieri denomina "resiliência socioecológica", que é quando a capacidade coletiva local de responder à variabilidade climática está apoiada na diversidade cultural, em sistemas tradicionais de tomadas de decisões e redes sociais.

No Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido, da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), a estratégia foi sistematizar o conjunto das experiências locais, no campo da captação, armazenamento e gestão de água, desenvolvidas pelo saber popular para a convivência com o ambiente. O resultado foi a multiplicação dessas experiências através da ação de centenas de organizações da sociedade civil, para milhares de famílias agricultoras do semiárido brasileiro. E estas famílias e suas organizações de base se sentem cada vez mais corresponsáveis por estes resultados da ASA (se veem nesta estratégia), pois se envolvem em todas as etapas dos programas, realizando o controle social, e contribuindo para a sustentabilidade e transparência das ações.

No presente documento, procura-se apresentar, mesmo que de forma incipiente, um exemplo claro da importância da percepção humana a respeito do ambiente e as potencialidades do conhecimento das famílias camponesas em suas estratégias de estocagem (água, alimento, sementes, forragens para os animais), onde a Caatinga é o principal fornecedor de insumos.

1.1 Tanque de Pedra

O tanque de pedra ou caldeirão (Figura 1) é uma tecnologia social de captação e armazenamento de água de chuva para usos domésticos, irrigar pequenas lavouras e para dessedentação animal, encontrado na natureza ou construído em afloramentos rochosos com o formato da sua superfície capaz de reter água de chuva. Há muito conhecido e utilizado pelo povo do

semiárido, os tanques de pedra contribuíram em parte com a coevolução e a fixação das famílias no território. Segundo Gnadlinger (2006), há relatos da utilização de tanques de pedras na China há mais de dois mil anos. Ferreira Lima (2011) classifica os tanques de pedras dentro de um conjunto de estratégias desenvolvidas há séculos pelas comunidades tradicionais, para conviver com o ambiente, satisfazer as necessidades básicas e garantir a reprodução social das comunidades ali instaladas.

Figura 1 – Tanque de Pedra. Rio Grande do Norte/Implementado pela ONG ATOS.

Foto: Arquivo da ASA/P1+2.

2 TIPOS DE RESERVATÓRIOS EM PEDRAS

Há várias formas de reservatórios conhecidos como tanques de pedra e caldeirões em todo o território do semiárido brasileiro, indo desde aqueles esculpidos na rocha pelo próprio intemperismo (caldeirão), passando por aqueles escavados manualmente na rocha pelo ser humano (caxio), até os que são atualmente implementados no Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA Brasil), onde são construídos barramentos de alvenaria.

2.1 Caldeirão

Os caldeirões (Figura 2) são reservatórios de água, encontrados em afloramentos rochosos e que foram esculpidos naturalmente por fatores externos como a água, raios, meteoros etc. Em formatos côncavos, fenda ou caverna, os caldeirões armazenam a água por vários meses e no período de estiagem, como um 'oásis', são procurados por animais silvestres, domésticos e famílias do entorno.

São estas estruturas naturais que inspiram as famílias camponesas do semiárido a construírem seus caxios e tanques de pedras, ampliando assim sua capacidade de armazenamento de água.

Figura 2 – Caldeirão de Pedra. Ceará/Formação natural

Foto: Arquivo da ASA/P1+2.

2.2 Caxio

> "Antigamente no sertão, para poder se casar, a pessoa tinha que fazer uma casa e escavar um Caxio pra ter água. Por isso meu pai colocava seus filhos para fazer seu Caxio desde cedo!"
>
> Depoimento de agricultor do município de Pilão Arcado, BA.

O Caxio (Figura 3) é um reservatório de água feito na pedra, geralmente em lajedos (afloramento rochas com superfície plana) intemperizados de forma a criar fendas, rachaduras e/ou formar um material conhecido como piçarra (impermeável à água, mas possível de escavar). Dai, as famílias agricultoras do entorno, limpam e escavam manualmente estas rochas, colocando fogo e água, alternadamente, até encontrar a camada cristalina (onde não é possível mais aprofundar, a não ser com a utilização de explosivos), sempre observando se há presença de fissuras para evitar vazamentos. Uma característica marcante dessa empreitada, é que as famílias escavam mais de um compartimento, para ir alternando a utilização da água de cada um e, alternam também o processo de escavação e aprofundamento de cada compartimento.

Figura 3 – Caxio. Comunidade Tanque de Terra, Vera Mendes, Piauí/Construção manual, com recursos do Pronaf Semiárido.

Foto: Arquivo da ASA/P1+2.

Há outras estratégias envolvidas na escavação de vários compartimentos dos caxios, estudos dão conta de que a compartimentalização serve para impedir a entrada de sedimentos carregados pra dentro dos caxios através das enxurradas (LIMA; MACHADO, 2008). O comum é reiniciar a escavação quando o caxio seca, mesmo que os demais compartimentos ainda contenha água. Este processo de escavação pode durar décadas e a necessidade de limpeza dos reservatórios é uma demanda para toda vida.

2.3 Tanque de pedra

Considerados aqui como aqueles reservatórios de pedra que são ampliados com paredes de alvenaria, os tanques de pedras (Figura 4) podem ser feitos tanto no local onde já existia um caxio ou um caldeirão, o que aumenta sua capacidade de reserva e apresentam custos muito baixos. Por ter fundo e paredes de pedra não há vazamentos. Porém, durante a escolha do local e sua construção deve-se observar a presença de fissuras e, por ocasião da limpeza, ter cuidado para não provocar novas fissuras na rocha.

Para a Rede de Tecnologias Sociais (REDE, 2013), os tanques de pedra possibilitam o armazenamento de grandes volumes de água captada nos lajedos, aproveitando a inclinação natural neles existentes. É necessário construir paredes ou muretas a fim de facilitar a contenção ou o direcionamento da água para os tanques e, consequentemente, maior acúmulo de água. É uma das inovações técnicas que tem como base a valorização do conhecimento dos agricultores familiares nas estratégias de uso e gestão da água. O tanque de pedra armazena água para os gastos domésticos, para alimentação animal e irrigação de um "quintal produtivo" de verduras, por exemplo.

As características geomorfológicas do sertão apresentam geralmente solos rasos (AIRES SOUZA, 2012), por vez, com apenas um metro de profundidade e muito comumente com presença de rochas expostas. Estes locais oferecem a possibilidade de acúmulo de água, porém, com a utilização de paredes de alvenaria para barrar a água, as possibilidades para acumular água nestas formações rochosas aumentaram, pois um lajedo plano com um pequeno declive não precisa ter o formato de concha ou fenda (Figura 4a) para que a comunidade usufrua de um reservatório, basta apenas levantar paredes em formato de arco e reter a água que escorre sobre o lajedo. Nestes casos, as paredes devem ser reforçadas com colunas de pedras ou de concreto armado (Figura 4b).

Figura 4 – Modelos de tanque de pedra de acordo com o formato da rocha: a- formato de concha ou fenda (comunidade Poço Dantas, município de Porteirinha/MG); b- rocha com superfície plana (lajedo), paredes do tanque de pedra reforçadas (Comunidade São Miguel, município Júlio Borges/PI)

Foto: Arquivo da ASA/P1+2.

Para a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA, 2011), os tanques de pedra possuem valor simbólico, é de uso comunitário e a água acumulada constitui mais uma reserva que garante água para dessedentação animal, nos quintais para produção de hortas, plantas medicinais e fruteiras e usos diversos nos demais afazeres domésticos.

Os tanques de pedra apresentaram uma variedade enorme em seus formatos, usos e manejos. Permitem um aumento substancial na disponibilidade hídrica para as comunidades onde foram construídos e constituem elemento de segurança hídrica em casos de emergência.

3 LOCAIS PARA CONSTRUÇÃO

O local para a construção de um tanque de pedra é sempre um lajedo exposto na superfície (afloramento rochoso), apresentando, geralmente, uma cavidade capaz de reter água. A identificação de locais para a construção dos tanques de pedras é um desafio e está cada vez mais exigindo dos técnicos de campo e moradores da região o conhecimento do território, pois eles se localizam em pontos aleatórios e muitas vezes longe das residências e unidades de produção. Para a dessedentação animal a distância não chega

a ser problema, pois os animais são criados de forma extensiva nos fundos de pastos, quando os lajedos identificados são de uso comunitário. O maior impedimento à implementação desta tecnologia comunitária é quando o lajedo encontra-se em propriedade particular.

As rochas são quem ditam o local e o formato do tanque e como o formato é sempre imprevisível, exige muito da criatividade e percepção das pessoas envolvidas na identificação (famílias, pedreiros e técnicos). Dependendo do local, varia o volume de água a ser armazenado e os custos da obra, além de determinar o nível de esforço humano para a construção: escavar ou romper a rocha ou apenas limpar o local (retirar entulhos ou varrer a terra acumulada).

Um aspecto importante, identificado no local, diz respeito à captação e conservação da água, o que determina o uso futuro deste recurso. Quando a água que entra no tanque vem de enxurradas, ela carrega entulhos que geralmente impedem certos usos domésticos e requer limpezas mais constantes. Diferentemente de tanques que possuem áreas de captação da água da chuva no próprio lajedo. Estes representam reservatórios de água limpa e até potável, desde que renovadas. Daí requer o cuidado de um gerenciamento maior por parte da comunidade, criando regras de uso, como por exemplo, cercar para evitar a entrada de animais.

Outro aspecto extremamente importante para a conservação da água do tanque de pedra é a exposição da água ao vento e ao sol. Daí, o formato da rocha novamente dita o nível de exposição ou não da água a esses fatores. Lajedos amplos e planos proporcionam tanques com pequenas lâminas d'água, o que expõe a água a níveis extremos de evaporação. Já as rochas de formato côncavo ou com presença de fendas profundas (mais de 2 metros) são as melhores bases para a implementação dessas tecnologias, pois além de conservar bem a água (grande lâmina d'água e pequena exposição), apresentam os menores custos para a construção. Porém, todas as formas de rochas que favoreçam a construção de tanques são importantes, basta implantar formas adequadas de manejo do recurso hídrico.

4 DINÂMICAS COMUNITÁRIAS DE UTILIZAÇÃO DOS TANQUES DE PEDRA E A AÇÃO DA ASA PARA A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Instintivamente, o homem e a mulher do campo utilizam sua aprimorada capacidade de observação, tanto para entender os sinais dos períodos de chuva quanto para desenhar os caminhos que a água percorre em sua comunidade e onde ela costuma se acumular. Assim como a capacidade de observação, o trabalho coletivo no Semiárido também foi uma ferramenta aprimorada ao longo do tempo, basta lembrar a organização dos povos pré-coloniais que exploravam os recursos naturais sem a existência da figura do dono da terra e da água. De acordo com Gnadlinger (2006), a coleta de água de chuva foi inventada independentemente, em diferentes continentes, há milhares de anos.

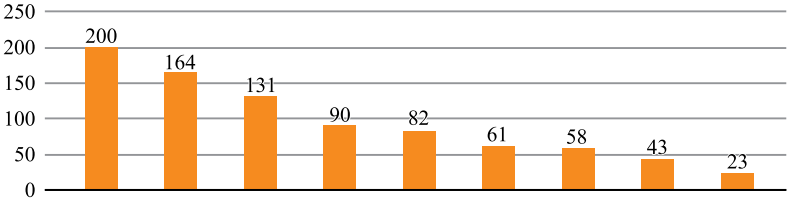
Os reservatórios que ainda restam como açudes, lagos, rios intermitentes ou perenes, tanques naturais, barragens, barraginhas, córregos e mais uma gama de termos que definem o acúmulo de qualquer quantidade de água, costumam agregar em seu entorno famílias que buscam alimentar seus animais, irrigar suas plantações e usar a água domesticamente. Isso, de alguma forma, constitui um uso coletivo destas águas. O que se pode observar hoje é que esta capacidade de organização coletiva por parte de pequenos/as agricultores/as tem sido afetada pela modernização e outros fatores. Além disso, os resquícios das capitanias hereditárias, sesmarias e do coronelismo, especialmente no Nordeste brasileiro onde está situada a maior extensão do semiárido do país, articulou-se outra lógica de acesso à água, uma lógica mais individual e predatória, em que a posse da terra tem sido um dos principais impedimentos ao exercício deste acesso.

Geralmente, a água está sobre ou sob alguma terra, e esta terra, em geral, possui um dono. O dono, por sua vez, exerce uma relação de poder sobre sua terra, logo, também exerce poder sobre "sua água", ou, a água que está presente em "sua terra". No caso das tecnologias executadas no âmbito do Programa P1+2, cujo foco é o armazenamento de água para produção, inicialmente, em um projeto chamado de demonstrativo[1] realizado em 2007 todas as 144 implementações (Tanque de Pedra, Cisterna Calçadão, Barragem Subterrânea e Barreiro Trincheira Lonado) eram comunitárias, cada tecnologia beneficiava no mínimo 5 e no máximo 10 famílias. Dessas

1 Parceria com a Fundação Banco do Brasil e Petrobras.

implementações do projeto demonstrativo, apenas o tanque de pedra permaneceu como tecnologia comunitária de captação e armazenamento de água para a produção. Na Figura 5 a seguir, podemos observar o número de tanques de pedras, por estado, ao longo da execução do Programa Uma Terra e Duas Águas.

Figura 5 – Número de implementações de tanques de pedra, por Estado, realizadas pela ASA/P1+2 no período entre 2007 até 2013 (Financiadores: Fundação Banco do Brasil, Petrobras, Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome)



Fonte: Sistema de Gestão e Auditória/ASA.

Para executar esta ação, a ASA juntamente com seus parceiros/financiadores, investe um valor médio de R$ 5.712,47 para implementação de cada tanque de pedra. Para cada um desses tanques um grupo de 5 a 10 famílias participam de capacitações de Gestão de Água para a Produção de Alimentos, Sistema Simplificado de Manejo de Água, além de intercâmbios e encontros de avaliações, de forma que, no conjunto da ação o valor gasto por família é bem diferente do orçado para cada construção em si. O custo de construção de cada tanque também varia bastante devido ao formato, tamanho e local no qual o tanque será implementado.

No que diz respeito ao tanque de pedra, muitas são as observações sobre os usos da água deste reservatório. De acordo com a cartilha publicada pela ASA (2011), o tanque de pedra serve para dar de beber aos animais, irrigar pequenas hortas, abastecer as casas para garantir água do uso geral: lavagem de roupa, banho, limpeza da casa; criar peixes; gerar renda para as famílias agricultoras e fortalecer a relação igualitária entre homem e mulher em casa e no campo. Esta diversidade de usos deve ser organizada para não causar conflitos entre as famílias que acessam esta tecnologia.

O que se tem notado é que cada comunidade que possui um tanque de pedra, se esforça para destinar a água do reservatório para um fim que

dialogue com a necessidade do lugar, dialogando sobre qual deve ser este fim. Por exemplo, parte da comunidade quer usar a água para o consumo animal, enquanto outras famílias precisam dela para o uso doméstico (incluindo banhos e lavagem de roupas e louças) neste caso, especificamente há incompatibilidade entre os usos, e é uma situação a ser mediada.

A orientação da ASA (2011) é que as famílias evitem a presença de animais nas proximidades do tanque e que o uso doméstico da água (lavagem de roupa, banho etc.) seja realizado fora da área de captação (Figura 6). Esse caminho já vem sendo percorrido à medida que vão se realizando os intercâmbios, as capacitações e a sensibilização das famílias para o uso adequado e sustentável dessa tecnologia e, sobretudo de seu potencial comunitário de integração. Na Figura 6 a seguir, dois exemplos de tanques de pedra adaptados para usos diversos.

Figura 6 – Tipos de acessórios que equipam os tanques de pedras: a- instalação de pia de lavar roupa/louças à jusante do reservatório, evitando a contaminação da água do tanque; b- construção de bebedouro, aproveitando as colunas que reforçam as paredes do tanque, evitando o acesso de animais ao reservatório

Fonte: arquivo ASA/P1+2.

Com o propósito de multiplicar o conhecimento agroecológico de convivência com o semiárido e estimular o desenvolvimento de novas ações locais, a ASA, através do P1+2, vem sistematizando as experiências e publicando no formato de boletins, intitulado “O Candeeiro”. A seguir, será apresentada uma experiência, sistematizada pela comunicadora popular Renata Lourenço, Cáritas Regional Nordeste III, do Estado da Bahia, onde

a família de Dona Maria e Seu Valdomiro se organizam produtivamente a partir do tanque de pedra, criando alternativas de convivência sustentável com semiárido.

4.1 Tanques de pedras e quintais mais produtivos – Experiência do Sr. Valdomiro Joaquim Silva e da Sra. Maria Rosa do Bomfim (CÁRITAS, 2013).

Adentrando 60 km no município de Caetité, sertão da Bahia, chegamos à comunidade de Vereda dos Cais, distrito de Maniaçu. Uma comunidade que apresenta característica de um lugar que já teve muita água, em um terreno cheio de lajedos e chapadões, formando poços que acumulavam água da chuva, mas que hoje estão secos, devido à estiagem. Por conta deste terreno, em 2009, a comunidade recebeu um tanque de pedra (Figura 8), tecnologia implantada pela ASA, para redução de danos durante a seca. O tanque chegou para cinco famílias da região, na intenção de reservar água da chuva, limpa e apropriada para a produção de alimentos e de animais de pequeno porte. Valdomiro Joaquim Silva e Maria Rosa do Bomfim moram com dois filhos na comunidade Vereda dos Cais e o tanque foi instalado em suas terras. O casal de agricultores viu no tanque a felicidade de ter água fácil para as plantas e os animais.

Figura 7 – Seu Valdomiro e o tanque de pedra da comunidade Maniaçu, município de Caetité/BA

Fonte: acervo de Renata Lourenço (Cáritas NE III).

No quintal de Maria só tinha palma, umas poucas cabeças de ovelhas e duas árvores frutíferas. Depois do tanque ela ampliou a produção, investiu em fertilizantes naturais e agora planta hortaliças, batata, bananeiras, ervas medicinais, pimenta, milho, feijão, capim para ração, plantas ornamentais (Figura 8). Cria porcos, galinhas, peru, cocar, ovelhas e gado.

Figura 8 – Dona Maria mostrando sua dedicação e os resultados de horta do seu quintal produtivo

Fonte: acervo de Renata Lourenço (Cáritas NE III).

"Agora é só alegria", diz Seu Valdomiro. Ele não gasta muito na feira da cidade, consegue fazer reserva para investir na produção, tem água perto e encanada, e a segurança da procedência dos produtos. Até o café consumido pela família vem da produção do quintal, reduzindo muito o custo de supermercado.

"Se tivesse chegado mais cedo era melhor" diz Maria. Antes do tanque, Valdomiro tinha que andar mais de 2 km para achar água para os animais, gastava com a compra na feira e nem sabiam o que estavam comendo.

O tanque de pedra possibilitou o aumento da criação (Figura 10), que antes eram apenas cinco animais e passou para 50, e um retorno melhor para a família. Para alimentar os animais ele tem a plantação de palma e também um roçado, bem perto de casa, onde também fica o coxo para os animais comerem. As ovelhas lhe rendem leite, carne e lã. Antes Valdomiro criava gado, porém a estiagem não permitiu continuar, ficou muito caro manter o rebanho. "A quantidade de água que um boi consome a gente mantém umas oito ovelhas, e com a água perto, facilitou muito" confirma Valdomiro.

Figura 9 – Seu Valdomiro pastoreando o rebanho de ovelhas

Fonte: acervo de Renata Lourenço (CÁRITAS NE III).

Valdomiro usa o esterco das ovelhas para fertilizar as hortas, e os restos de folhas da horta para alimentar os porcos. Experiências trocadas durante os intercâmbios interestaduais e formações das comissões. Também fez uma adaptação com mangueira e garrafa plástica para puxar água no tanque para os canteiros (Figura 10).

Figura 10 – O casal de agricultores desenvolve técnicas simples para resolver problemas do seu dia a dia. Com a água do tanque de pedra e alguns materiais (mangueira e garrafas PET) improvisaram um sistema simples para irrigar a horta e suas fruteiras

Fonte: acervo de Renata Lourenço (CÁRITAS NE III).

Um verdadeiro quintal de práticas agroecológicas, as terras de Valdomiro e Maria são bem cuidadas, não tem queimadas, nada de veneno ou sementes "fortificadas" industrialmente. Aqui o respeito pela terra levou ao uso de defensivos e insumos naturais, toda folhagem varrida no terreiro é espalhada pelos pés de café, como adubo, os restos de folhas servem para os pequenos animais, e a economia da água, fazem deste casal uma referência local de amor à plantação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação direta com os recursos naturais do local faz com que as pessoas que ali vivem, se espelhem ou mimetizem as estratégias que a própria natureza utiliza para manter seus componentes, sua funcionalidade e cum-

prir seus ciclos. Os caldeirões, nos períodos de seca, servem de oásis para toda a fauna local e o ser humano, como parte desta comunidade, o povo também se serviu dessa estrutura natural por longos períodos na antiguidade, até que desenvolveu condições de produzir suas próprias estruturas de armazenamento de água, como é o caso dos caxios e tanques de pedra.

A partir da conquista de novas técnicas e ferramentas, foi possível avançar na construção de novas infraestruturas de captação e armazenamento de água para a convivência com o ambiente. Mas as famílias camponesas nunca abandonaram o hábito da observação dos ensinamentos da natureza e isso é um dos pontos fortes na resiliência socioecológica e conquista dos territórios. Porém, devido à abundância de afloramentos rochosos, é fácil entender por que os caldeirões e caxios são antigos na região.

O tanque de pedra é uma tecnologia de fácil concepção, porém requer um grande esforço físico para construí-lo, o que leva rapidamente a concluir que é uma tecnologia essencialmente coletiva. Com os recursos atuais, técnicas e material de construção, ampliam-se as possibilidades de multiplicação desses reservatórios, a baixo custo, devido inclusive à absorção da demanda de mão de obra por trabalho comunitário.

Um destaque a ser dado é em relação ao local de implantação desta tecnologia, pois cada vez mais aumenta as exigências por conhecimento do território e a cada ano diminuem as possibilidades de encontrar lajedos adequados em áreas comunitárias ou com possibilidade de uso coletivo. Sempre houve uma problemática em relação aos locais dos tanques de pedra, pois muitas as famílias tinham que caminhar longas distâncias para usufruir desta água. Agora, além da distância, soma-se a posse da terra.

Esses desafios impostos às tecnologias comunitárias, no âmbito do P1+2 em particular e do semiárido no geral, devem ser encarados como oportunidades para ajustar ou definir novas estratégias que garantam à eficácia, tanto da estocagem da água, quanto do trabalho coletivo estimulado nas comunidades. As situações expostas anteriormente carregam em si significados a serem compreendidos e trabalhados no sentido sempre da qualificação das tecnologias existentes e na reflexão sobre possíveis novas tecnologias de caráter comunitário a ser potencializadas para garantir água para as famílias do semiárido.

Investir em tecnologias comunitárias é, acima de tudo, apostar na capacidade humana de superar coletivamente os desafios. Trata-se de investir nas relações de solidariedade entre as pessoas, contribuindo para o fortalecimento de laços comunitários e com o ambiente. O acesso à água para pro-

dução de alimentos de maneira coletiva fortalece a soberania e a segurança alimentar dos habitantes do semiárido ao mesmo tempo em que desperta o que é de mais relevante para a convivência com o semiárido: a dignidade da família sertaneja, que do seu território tira o seu sustento, mesmo nos períodos em que a seca se prolonga.

REFERÊNCIAS

AIRES SOUZA, J. T.; FARIAS, A. A.; CAVALCANTE FERREIRA, R. C.; LUCENA, J. N.; COSTA OLIVEIRA, S. J. Utilização dos tanques de pedra como fonte de armazenamento de água em uma comunidade rural no município de Taperoá/PB. In: SIMPÓSIO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 8., 2012, Campina Grande. **Anais...**, Campina Grande: 2012.

ALTIERI, M. A. Construyendo resiliência socioecológica em agroecossistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. In: NICHOLLS, C. I.; OSORIO, L. A. R.; ALTIERI, M. A. **Agroecología y resiliencia socioecológica:** adaptándose al cambio climático. Medellín: REDAGRES, 2013. 207p.

ASA. ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Tecnologias sociais para convivência com o semiárido**: Tanque de Pedra. Recife, 2011. (Série Estocagem de Água para Produção de Alimentos).

CÁRITAS REGIONAL NORDESTE III. **Tanque de pedra e quintais mais produtivos. Candeeiro**. Boletim Informativo do Programa Uma Terra e Duas Águas, Caetité, ano 7, n. 1081, 2013.

DUQUE, J. G. **Solo e água.** 6.ed. Rio de Janeiro: Fundação Guimarães Duque, 2001.

FERREIRA LIMA, A. E.; SILVA, D. R. da; SAMPAIO, J. L. F. As tecnologias sociais como estratégia de convivência com a escassez de água no semiárido cearense. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 3, 2011.

GNADLINGER, J. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semiáridas. In: KÜSTER, Â.; MARTÍ, J. F.; MELCHERS, I. (Org.). **Tecnologias apropriadas para Terras Secas: manejo sustentável de recursos naturais em regiões semiáridas no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTZ, 2006.

LIMA, R. P.; MACHADO, T. G. **Aproveitamento de água pluvial**: análise do custo de implantação do sistema em edificações. Monografia (Graduação em Engenharia Civil ênfase ambiental) - Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. São Paulo: Unifeb, 2008.

REDE DE TECNOLOGIAS SOCIAIS. **Sistemas de captação de água para produção**. Disponível em: <http://www.rts.org.br/rts/tecnologia--social/apoiadas-pela-rts>. Acesso em: 10 dez. 2013.

SOUZA SILVA, A.; LIMA BRITO, L. T. Captação de água da chuva: sustentabilidade ambiental no semiárido brasileiro. Curso oferecido no CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2006, João Pessoa. **Anais...**, João Pessoa, 2006. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/157484/1/OPB649.pdf> Acesso em: 10 dez. 2013.

Capítulo 6

A bomba d'água popular

Haroldo Schistek

1 INTRODUÇÃO

No SAB (Semiárido Brasileiro) encontramos de um lado bombas d'água motorizadas, de tecnologia avançada e do outro lado muitos equipamentos tecnologicamente antiquados, fabricados com matérias primas inferiores e de vida útil curta. Existem os cata-ventos do tipo leque, nas suas torres de ferro, que lembram cenas do faroeste americano ou as pesadas bombas de braço, feitas em ferro fundido, com tecnologias da época da imigração alemã. E encontramos as mais modernas bombas elétricas centrífugas submersas que necessitam de um conjunto gerador para fornecer a energia elétrica trifásica onde não exista rede elétrica. Ou então bombas submersas, impulsionadas por painéis fotovoltaicos, controlados por microprocessadores. Faltava uma bomba manual resistente, de fácil manejo, de preço acessível e que pudesse aproveitar a água relativamente rasa e com vazão pequena do embasamento cristalino que predomina em 80 % desta região. Este artigo quer mostrar o caminho, antecedentes e circunstâncias que a introdução da Bomba d'Água Popular (BAP) tomou, além de descrever seu projeto tecnológico e sua utilidade.

2 O CONTEXTO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Mas antes de falar da BAP propriamente dito, precisamos nos situar no contexto em que esta bomba manual será aplicada. Primeiro, queremos ca-

racterizar o Semiárido Brasileiro (SAB) e depois apresentar uma proposta de planejamento estratégico que possa garantir água durante o ano todo e todos os anos, apesar das fortes variações climáticas.

2.1 Caracterização do Semiárido brasileiro

O Semiárido Brasileiro representa 13% do território nacional e abriga 13,4% da população do país. Possui uma extensão de 1.128.697 km² que corresponde a 72,5 % do território nordestino, incluindo a parte semiárida de Minas Gerais. A nova delimitação do Semiárido brasileiro, redefinida pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da Sudene de nº 107, de 27/07/2017 e de nº 115, de 23/11/2017:

i) Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 milímetros;

ii) Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial.; e

iii) Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

Se um desses três critérios ocorrer, o município é considerado pertencente ao SAB. São ao todo 1.262 municípios. No Semiárido, vivem quase 28 milhões de pessoas, em média, 38 % pertencem à zona rural. Porém, tomando-se os municípios interioranos, percebe-se que na maioria, dois terços da população ou mais mora na zona rural. Na área rural se encontram as famílias mais pobres, com índices de qualidade de vida muito abaixo da média nacional. É ainda o semiárido mais populoso do planeta.

Como principais características climáticas destacam-se as temperaturas médias elevadas, a alta evaporação (evaporação potencial de até 3.000 mm/ano) e precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, extremamente irregulares e concentradas, gerando os períodos de chuvas e estiagens. Este descompasso entre chuva e evaporação cria um deficit hídrico que perdura em muitos municípios durante o ano inteiro. Além disso, existe a característica de má distribuição dessa chuva no tempo e no espaço geográfico.

Os longos períodos sem chuva, que chegam, em parte da região a oito meses, ao contrário que se possa pensar, são benéficas para a vegetação e animais nativos, mas também para a agricultura e para o crescimento de pastos plantados. Pois somente esta concentração da chuva em poucos meses permite um ciclo vegetativo e reprodutivo para as plantas, sejam

nativas ou culturais. Mesmo nos períodos chuvosos, nunca se sabe em que mês terá início a chuva e quando ela voltará a cair outra vez. Assim, pode chover muito em um lugar e a poucos quilômetros adiante a terra continua seca. Porém, de fato, não existe ano sem chuva. Nos anos mais secos, dificilmente chove menos que 200 mm/ano.

Uma característica que precisa ser levada em conta, quando se pensa no aproveitamento de águas subterrâneas: **cerca de 80% dos solos do SAB** são de origem "cristalina" (granito, gnaisse etc), rocha dura que não favorece a acumulação de água, sendo os outros 20% representados por solos sedimentares, com boa capacidade de armazenamento de águas subterrâneas.

Acostumamo-nos a considerar a água como questão central do SAB. A região, aparentemente, apresenta muitos problemas relacionados à disponibilidade hídrica no decorrer dos 12 meses do ano. Isso é verdade somente em parte, pois conhecendo o potencial hídrico e estabelecendo-se políticas públicas de acordo com as características do clima semiárido, com uma fração das verbas que se gaste nas "emergências" durante as chamadas "secas", com os carros pipa (este, nos últimos anos correndo os 265 dias do ano!) o menor povoado e a mais afastada casa, poderia ter seu abastecimento de água seguro, durante o ano todo e todos os anos.

Com exceção do Rio São Francisco, não existem outros rios perenes, que garantam a quantidade de água suficiente para a subsistência da população local; e mesmo este rio largo e aparentemente farto de água não é a solução, pois a poucos quilômetros de sua margem, a população já depende dos carros-pipa.

Quanto às estiagens mais severas, na década de setenta, (GIRARDI; TEIXEIRA, 2001) indicaram que estas são cíclicas e acontecem de intensidade menor de 13 em 13 anos e com período mais prolongado de 26 em 26 anos. Comprovaram isto através de análises das ocorrências de chuvas de relatos de autores históricos e das anotações pluviométricas mais antigas a partir de 1849. Estas análises apontavam para mais uma provável grande estiagem no período de 2005 a 2011.

Porém, esta periodicidade pode sofrer mudanças graves, em direção de estiagens maiores e em períodos mais curtos de chuva, devido às mudanças climáticas, desencadeadas pela ação humana.

O ecossistema do Semiárido Brasileiro é complexo. Estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) caracterizam os diversos ambientes, em função da diversidade dos recursos naturais e

socioeconômicos. A partir dessa abordagem, dividiu-se a região em 20 grandes Unidades de Paisagem, que agrupam 172 sistemas geoambientais (SILVA et al., 2000).

A vegetação com predominância de Caatinga é uma expressão do clima. O bioma Caatinga que foi reconhecido em 2001 pela Unesco como Reserva da Biosfera, ocupa uma área de 734.478 km² (cerca de 7 % do território brasileiro) e é o único bioma exclusivamente brasileiro. A diversidade biológica é mais que suficiente para assegurar o resgate social e econômico de suas populações, dentro do padrão de desenvolvimento sustentável. Ao contrário das fruteiras exóticas, por exemplo, mangueira, bananeira, videira, que precisam de irrigação constante ou só sobrevivem em nichos mais úmidos, já as frutas nativas vivem e produzem bem em qualquer ano, seja mais chuvoso ou mais seco. Apesar de rica, a Caatinga possui um ecossistema frágil e com demorada ou pouca capacidade de reconstituição. Esta fragilidade é decorrente dos próprios fatores climáticos e da pouca compreensão que se tem da natureza da região, o que leva a práticas e ações predatórias, às vezes, na busca de recursos imediatos para a sobrevivência, pela população ou dos grandes grupos econômicos, na busca do lucro fácil.

2.2 Como ter água durante o ano todo e todos os anos

A terra e a água são indissociáveis. No SAB, particularmente, essa indissociabilidade é ainda mais evidente. Quem tem terra suficiente, terá também água suficiente.

A questão da água não pode ser vista, unicamente, sob o aspecto da água potável. Pois do que adianta a família ter água de boa qualidade para seu consumo, enquanto não existe produção agropecuária? É indiscutível a afirmação que o SAB, com toda a sua diversidade regional, possui água suficiente para tudo, seja para abastecer rebanhos de animais, para ter atividades agrícolas seguras e, sem dúvida, garantir água potável de excelente qualidade para os seres humanos. A água de chuva que cai todos os anos no Semiárido está aí para ser aproveitada em sua plenitude; vale recordar que caem, em média, 750 bilhões de metros cúbicos de água de chuva no Semiárido, e apenas 30 bilhões são aproveitados. A água subterrânea, que em algumas partes do SAB é abundante e de excelente qualidade, em outras, embora mais escassa, é por certo um recurso que não deve ser negligenciado, ao contrário, pois a água subterrânea seria a fonte segura, mesmo em anos de pouca chuva. Conforme informações da CPRM (Companhia de

Recursos Minerais) e do Siagas (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) no território do SAB existem dezenas de milhares de poços já perfurados, porém sem bombas instaladas. Esta água pode ser preciosa para as mais diversas atividades. Com um aproveitamento racional e inteligente de todas as fontes de águas disponíveis no Semiárido, será possível oferecer segurança hídrica à sua população, conforme os padrões internacionais definidos pela Organização Mundial de Saúde, organismo da ONU.

Padrões da Organização Mundial de Saúde

i) Segurança hídrica biológica

ii) Litros/pessoa/dia de água potável

iii) Segurança hídrica doméstica 40litros/pessoa/dia

iv) Segurança hídrica econômica para a roça produzir, ter alimento e água para os animais, etc:1.000 m³ pessoa/ano.

Desta forma, uma família de 5 pessoas, necessita por ano 5.100 metros cúbicos de água.

Considerando que a água na região cristalina se encontra em fendas que a cada ano são abastecidas com as águas da chuva, percebe-se que a BAP aproveita também a água da chuva. Com a diferença que o reservatório não é a cisterna ao lado da casa, mas uma fenda algumas dezenas de metros abaixo da superfície. A situação é bem diferente nos aquíferos do Piauí ou de Tucano na Bahia, onde a água é chamada de "fóssil" por ter sido depositada em tempos remotos e não é mais reabastecida pelas chuvas atuais. Lá, o aquífero uma vez esvaziado, não teremos mais água.

Vale ainda destacar que a meta do projeto não é perfurar novos poços tubulares, mas sim, aproveitar os poços existentes. Corre aqui na região uma piada antiga, que o chão do município de Petrolina se parece com uma tábua de pirulito, de tantos poços perfurados – e não aproveitados. Ou são poços de baixa vazão ou, depois de perfurados, faltou dinheiro para instalar a bomba.

Para ter água com segurança, mesmo em anos maios secos, precisa-se realizar as quatro dimensões de luta pela água:

i) **A** água **na dimensão familiar.** Chamamos assim a água para beber e cozinhar. Cada família semiaridense tem que dispor de água armazenada, em um primeiro momento, para pelos menos oito meses sem chuva. Esta água pode ser a água da chuva, captada através do telhado e canalizada para **cisternas** e tanques que cada casa no SAB deve ter;

ii) **A** água **na dimensão da comunidade.** O manejo e planejamento de abastecimento hídrico na área rural precisa incluir a disponibilidade da água para o uso em nível da comunidade, também em épocas mais críticas de estiagem. Precisa garantir água para lavar roupa, tomar banho, lavar a casa, manter uma pequena horta familiar/comunitária e para o beneficiamento da produção. No planejamento dos recursos hídricos em nível municipal precisa ser levantada a real necessidade de água para os diversos fins – e não só da água potável para uso humano. Esta água pode provir de cacimbas, caxios, pequenas barragens, barreiros trincheira, poços com bombas manuais, etc.

iii) **A água na dimensão da produção agropecuária. a) Animal -** A vocação do SAB, considerando a irregularidade climática, consiste na criação de animais, especialmente de caprinos e ovinos, de raças oriundas de ecossistemas semelhantes ao SAB. Com estas praticamente não há perdas, desde que obedecidas as regras básicas tecnológicas e veterinárias, como estocagem de alimento para os meses secos e vermifugação regular etc. Mas, os rebanhos são grandes vítimas do mau planejamento hídrico, pois a falta de água adequada, limpa e em quantidade suficiente, reduz a taxa de parição e de crescimento e provoca uma mortalidade elevada – especialmente de animais novos; **b) Agricultura -** Embora o SAB tenha vocação para a pecuária, uma colheita agrícola também é possível em muitos anos – mas não em todos! Tratar das questões da produção agrícola no SAB é completamente diferente do que se planeja e executa nas outras regiões do Brasil. As políticas agrícolas devem levar em consideração os fatores exclusivos do ambiente semiárido. É preciso deixar claro, de antemão, que a água para a agricultura de sequeiro, não vem de nenhuma adutora, vem exclusivamente da chuva, cujo aproveitamento é maximizado através de tecnologias que preservam a água da chuva no solo e utilização exclusiva de plantas apropriadas às áreas semiáridas. Extrapolaria o âmbito deste artigo de detalhá-las, mas órgãos oficiais de pesquisa, como a Embrapa e as organizações sociais dispõe de um leque amplo de informações e técnicas agrícolas apropriadas para o cultivo de roças no SAB.

iv) Água **de emergência para anos de estiagens prolongadas.** É por certo que os recursos hídricos existentes no SAB são suficientes para garantir água segura durante o ano todo e todos os anos. Po-

rém, a infraestrutura para garantir esse abastecimento democratizado custará a ser efetivada. No ínterim, será necessário disponibilizar fontes seguras de água localizadas em lugares estratégicos entre as comunidades e povoações, para ocasiões de precipitação mais irregular. Estes recursos precisam estar em número e capacidade hídrica suficientes para garantir a água durante pelo menos um ano. São basicamente dois tipos de fontes: i) barragens médias, cuja água nunca pode ser utilizada para irrigação; ii) poços tubulares profundos.

3 A BOMBA D'ÁGUA POPULAR - BAP

Normalmente, as propostas em relação às atividades rurais, agricultura/pecuária são apresentadas como item autônomo. Mas sempre, em todas as regiões do mundo, existe uma interdependência entre o "agropecuário" e a água necessária para sua realização. No SAB esta interdependência é alta, senão, decisiva e, se não observada com atenção, leva ao fracasso das atividades produtivas. Se entendermos bem o SAB, poderemos executar atividades da mesma maneira segura, ou até mais, do que em regiões com climas mais úmidos.

3.1 Histórico

Como já mencionado na introdução, a falta de tecnologias simples, mas eficientes e de alta resistência – muitas vezes também chamada de "tecnologias sociais" –, para bombear a água de tantos poços existentes, mas não aproveitados, nos fez buscar uma solução apropriada. Nas viagens pelos sertões do SAB, além dos poços nunca utilizados, encontramos outros tantos onde um cata-vento quebrado e encravado de ferrugem, impede o acesso ao precioso líquido. Ou então, uma bomba movida a motor diesel ou elétrico, cujos custos de conserto e de combustível são altos demais para a comunidade

Foi no ano de 1996, quando o Engenheiro Jean Gerard Pankert, da Obra Episcopal Misereor, da Alemanha chamou atenção sobre a Bomba Volanta, fabricada na Holanda e, na época, com mais de 15 anos comprovada na prática. A partir de modelos existentes, em diversos países da África, pesqui-

sando suas vantagens e desvantagens, a Bomba Volanta foi concebida por voluntários holandeses, para reunir as melhores soluções. Para isso, recebeu apoio do Governo Holandês e não é patenteada, para permitir a maior difusão. A meta principal no projeto da bomba foi desenvolver um produto simples, mas resistente, que possuísse um horizonte de vida de 50 anos e que pudesse facilmente e com custo baixo, ser mantida pela população local. Conforme a opinião de peritos internacionais, esta é provavelmente a bomba manual (Figura 1) mais confiável que existe no mercado, para uma profundidade de até 100 metros.

Figura 1 – Bomba Volanta, hoje Bomba d'água popular

Foto: Arquivo do Irpaa.

A fabricação industrial foi assumida pela Jansen Venneboer Groep b.v., em Wijhe, Holanda, uma empresa de porte médio que se especializou em construções hídricas, eclusas e outros equipamentos de aço. A divulgação da bomba, assessoria e acompanhamento ficam por conta da Rural Water Systems, uma ONG holandesa. Além da Holanda, tinha ainda um pequena fábrica em Burkina Fasor na África.[1]

1 Veja mais em: <http://www.handpump.org/volanta_pump/index.htm/>.

Mutirão das Entidades

A partir daquele ano, começou um verdadeiro mutirão de entidades, seja da Alemanha, seja do Brasil, para realizar a implantação desta bomba manual nas terras do SAB. Inicialmente, era necessário importar alguns exemplares para verificar sua aplicabilidade para as nossas condições.

Conseguimos o apoio financeiro de vários grupos da Alemanha para a compra e transporte por navio até Salvador. Conseguimos também a importação livre de taxas alfandegárias. Duas destas bombas, ainda de nome "Volanta", ficaram na Bahia, a terceira foi para o Piauí. A Volkswagem (VW) do Brasil disponibilizou em comodato, livre de despesas de manutenção, um caminhão baú, para transportar as primeiras 200 unidades da BAP, do depósito central em Juazeiro para seus destinos em todo SAB (Figura 2).

Figura 2 – Caminhão baú para transporte da BAP para o SAB

Foto: Arquivo do Irpaa.

A reação da população nos encorajou ir adiante:

> Nós preferimos esta bomba manual ao cata-vento, porque só se usa quando precisa mesmo de água; além disso bombeia mais água que o cata-vento, que muitas vezes quebra por causa de problemas mecânicos. A grande vantagem é que nem precisa pagar energia, nem óleo diesel. Também pessoas idosas e crianças conseguem manusear, porque a bomba é leve.

Importar mais exemplares logo se descartou, pelo alto preço cobrado na Europa, longo transporte e os conhecidos problemas com importações. Surgiram duas perguntas: quais as modificações tecnológicas que podiam melhorar o projeto da bomba e talvez baratear a sua produção? E como seria a fabricação aqui no Brasil? O projeto da bomba é extremamente simples, mas os materiais usados são de ponta e o processo de fabricação exige alta fidelidade nas medidas e qualidade.

Neste ponto do projeto, em relação à tecnologia, escolhas dos materiais adequados e seleção de uma empresa qualificada, veio à nossa ajuda a VW do Brasil, através da Autovisão, subsidiária da VW. Solicitamos e recebemos um financiamento da entidade alemã Misereor de pouco mais de 200 unidades. A Autovisão lançou um edital para encontrar uma fábrica competente. Foi selecionada a Menegotti de Santa Catarina[2]. O projeto da bomba manual foi reelaborado, a bomba recebeu as cores brasileiras de verde e amarelo e foi batizada com o novo nome *Bomba d'*Água *Popula*r - abreviado *BAP* (Figura 3).

2 Disponível em: <http://www.menegotti.net/site/pdfs/ptb/midia-23>. Jaraguá do Sul/SC.

Figura 3 – Lançamento do início do projeto, em janeiro de 2002, no pátio da Codevasf em Juazeiro, com a primeira unidade experimental construído nas oficinas da Embrapa, Semiárido, em Petrolina, Pernambuco

Foto: Arquivo do Irpaa.

A proposta estava sendo levada adiante pelo Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – Irpaa, Cáritas Brasileira, DED, Obra Kolping do Brasil. Recebemos também apoio da Codevasf e da Embrapa. Nas instalações da Embrapa Semiárido, em Petrolina/PE, foi construída a primeira unidade experimental no Brasil.

O papel principal para a seleção dos municípios e da entidade local que assume a preparação da comunidade e o posterior acompanhamento ficou a cargo da ASA[3] –Articulação do Semiárido –, que já dispunha de uma estrutura e articulação, pelo SAB todo, a partir do P1MC, o Programa de Construção de Um Milhão de Cisternas. Terminada esta fase do projeto, a

3 Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA): <http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp COD_MENU=1151>.

proposta da BAP foi incluída no Programa Uma Terra e Das Águas (P1+2), também da ASA, que continua até hoje selecionando comunidades e instalando BAP's[4].

3.2 Os componentes da BAP

Algumas especificações:

No solo cristalino, os poços são de baixa vazão, porém suficientes para o abastecimento de pequenos povoados e circunvizinhos.

As águas subterrâneas do subsolo, popularmente chamado de "cristalino" (granito, gnaisse, etc.), ocupando aproximadamente 70% do SAB, possuem teores variáveis de sais. Isto limita, em parte, a utilização da água, mas praticamente sempre é bem aceita pelos animais, serve para plantar horta e para o uso geral da casa. Também para consumo humano na maioria dos casos, há poucas restrições, embora quase sempre tenha algum conteúdo de sal. Assim, a população a chama carinhosamente de "nossa água mineral". Em relação à aceitação da água pela "criação" (caprinos e ovinos, espécies mais apropriadas para o SAB), há uma história interessante a contar: no município de Canudos/BA, em uma comunidade havia um poço de água doce, muito boa para o consumo humano, porém de baixa vazão. Assim, esta comunidade de Fundo de Pasto decidiu perfurar outro, uma dúzia de metros do primeiro. Encontraram água, em volume muito maior, porém muito salobra, pesada como o povo chama – difícil de beber para os humanos. Fizeram um bebedouro também. Interessante foi a reação dos animais: se aproximam do bebedouro com água doce, cheiram, lambem um pouco, viram as costas e vão para o bebedouro da água pesada, para encher a barriga. Desta forma, os animais conseguem suprir suas necessidades nutritivas de sais minerais, sem despesa adicional para o criador.

Este fato, benéfico para o criador, tem representado o maior entrave para os fabricantes de todo tipo de bomba d'água na área cristalina do SAB. Os sais são corrosivos e em poucos anos reduzem as partes de ferro submersas em uma massa gelatinosa de ferrugem. Não somente as submersas, também as partes da base da bomba, em contato com a água consome parafusos, placa da base, porcas, fundindo-os em um conglomerado de ferrugem e ferro, impossível de desatar.

4 Em 2018 o programa, por diversos motivos, encontra-se parado.

Pode ser anotado aqui, ainda, que não é raro que um poço que apresenta água muito salobra, o constante bombeamento, torna a água, no decorrer de alguns meses, bem mais doce, pois a água antiga que estava muito tempo em contato com as rochas de onde vem o sal é substituída por nova água que vem da superfície.

A BAP é totalmente resistente aos íons agressivos da água. As partes metálicas submersas são, ou de aço inoxidável, ou de latão. As outras de náilon ou PRFV (polímero reforçado com fibra de vidro). A tubulação e conexões, por onde a água é elevada são de PVC azul, de matéria prima virgem.

A peça central da BAP, o cilindro e o pistão de bombeamento (aquela parte que se encontra no fundo do poço, a 40, 60 ou mais metros de profundidade), um de PRFV e o outro de aço inoxidável, dispensam aquela pecinha do pistão, de couro ou outro material vedante, que deixa os poços paralisados, depois de poucos meses de instalação: entre o cilindro e o pistão da bomba, não há nenhuma peça vedante, de couro ou borracha. O espaço é de uma maneira reduzida que, ao movimentar o pistão (Figura 4), as turbulências e as forças moleculares de água são suficientes para permitir um perfeito bombeamento. O lubrificante para o pistão é a própria água. A prática mostra que a vedação de borracha, existente na maioria das bombas, se torna a parte mais sujeita a defeitos e precisa ser trocada a cada ano. A construção especial do pistão Volanta/BAP é livre de manutenção e garante, durante anos, a extração segura de água.

Ao contrário de águas superficiais, a água retirada de dezenas de metros de profundidade, não apresenta nenhuma contaminação orgânica. Dispensa filtragem ou adição de cloro. E nem há possibilidade que penetrem impurezas da superfície no poço tubular, pelo fato de a base da BAP, um bloco de concreto, ser fundida exatamente por cima da perfuração, ficando em um nível mais alto, em relação ao terreno em torno. A entrada do poço ainda é vedada com peças rosqueadas e a vareta de bombeamento passa por uma gaxeta de pressão (Figura 4).

Figura 4 – Esquerda: o pistão da BAP, de aço inoxidável. Comprimento 36 cm. Observe o desenho específico que despensa de anéis de vedação. Na parte de cima, a válvula de borracha sintética, com peso de latão. Centro: Varetas e porcas feitas de aço inoxidável. A rosca é rolada e não cortada, para evitar pontos de fratura. Direita: Porca manual e gaxeta de pressão

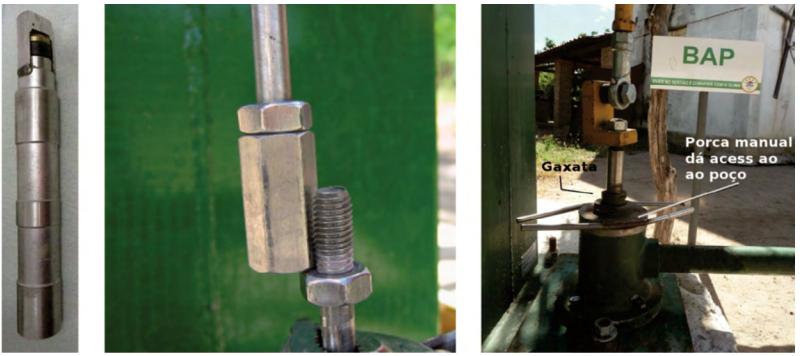


Foto: Arquivo do Irpaa.

Pelas normas oficiais, um poço de vazão inferior de 1.000 litros por hora deve ser considerado seco. Não vale a pena instalar qualquer bomba motorizada – o que na verdade tem sua razão técnica. Porém, para uma comunidade sem nenhuma outra fonte de água, ou que mal consegue ter água de beber para o consumo humano – e falta para dessedentar os animais, para irrigar uma horta e para uso doméstico –, representa uma crueldade de não ativar um poço, que possa talvez fornecer 1.000, mil litros de água por hora. As diversas famílias bombeando produzem em um dia mais água do que um carro pipa possa trazer (com qualidade duvidosa da água).

Uma característica importante da BAP é sua disposição em relação ao poço: o mecanismo de bombeamento é montado ao lado do poço. Esta característica, junto com as peças não corrosivas de fechamento do poço, permite o rápido e fácil acesso ao pistão da bomba. Qualquer bomba necessita de inspeções rotineiras e a BAP não é exceção. Não teria sido a primeira vez nos nossos trabalhos com comunidades interioranas que encontramos uma bomba recentemente instalada, mas parada, de um modelo tradicional, pois os agricultores não conseguiram desmontar e remover o mecanismo instalado exatamente em cima da perfuração do poço. Vale a pena ainda

chamar atenção que, para acessar o poço, desatar a porca central por onde passa a vareta de bombeamento, não precisa de ferramentas: alças grandes, de aço inoxidável soldadas, permitem que a força das mãos seja suficiente.

Precisa ainda mencionar a função da gaxeta. De um lado, representa um selo de segurança que protege a água do poço da contaminação por agentes da superfície. No outro lado, permite pressurizar a água e assim ser elevada a um nível mais alto, como uma caixa d'água.

A maioria das bombas manuais é do tipo braço, uma alavanca lateral aciona a bomba de pistão no fundo do poço, através das varetas. Certamente este mecanismo funciona e é mais barato. Mas possui um grande inconveniente em relação à saúde das pessoas que bombeiam a água. Não é suficiente usar somente os braços, precisa flexionar o tórax para frente a cada bombeamento. Cerca de 20 vezes por minuto. Quanto mais profundo o poço, mais força precisa exercer. Às vezes, duas pessoas se esforçam bastante. O dobramento constante da coluna vertebral causa dores e muitas vezes deformações persistentes.

Figura 5 – Duas mulheres se esforçam, para trazer a água à superfície

Foto tirada em Moçambique. Modelo da bomba Afridev, fabricado na Índia. Arquivo do Irpaa.

Considerando este fato, a BAP foi equipada com um volante pesado e diâmetro grande de 1,60 metros que, depois do impulso inicial mantém o bombeamento constante, com pouco esforço e sem precisar retorcer o corpo e assim causar dores nas costas. Até crianças e idosos bombeiam com facilidade. Adicionalmente, pode acrescentar ao volante um contrapeso em relação às varetas o que diminui o impulso inicial e mantém a rotação mais suave.

Uma característica importante da BAP é a sua capacidade de elevar a água das profundidades que normalmente ocorrem no subsolo cristalino de SAB. A estrutura das fendas, na qual a água acumula se estende normalmente até um nível de 60 metros abaixo da superfície. Os poços, nos quais as BAPs foram instaladas até agora, tiveram uma profundidade em torno de 40 metros, com uma vazão de 1.000 litros por hora (Figura 6).

Figura 6 – Diagrama de desempenho da BAP

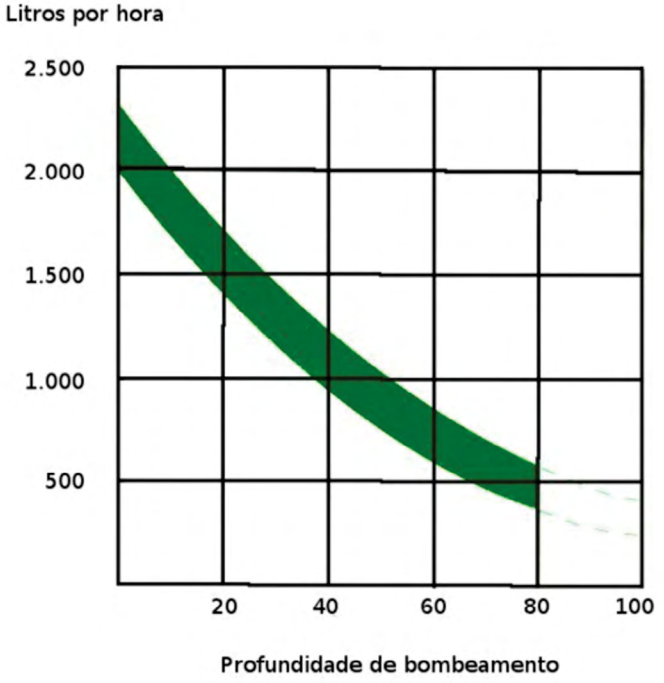


Foto: Arquivo do Irpaa.

A montagem e a instalação da BAP são simples e fáceis, podem ser realizadas por somente duas pessoas, em menos de duas horas. Precisa observar as instruções, tais como: tempo de secagem da cola que une os canos ou a distância da válvula de sucção do fundo do poço, aperto correto dos parafusos, etc. Em cada lugar, são realizados treinamentos, para todos os futuros usuários da BAP, sobre o clima do SAB, a CSA, práticas básicas em relação à agricultura sustentável e criação de animais e, também, em relação ao manejo correto da bomba, higiene da água e, em especial, para as pessoas que mais diretamente acompanharão o equipamento. Regionalmente, foram capacitadas pessoas sobre o processo de preparação da base e instalação da bomba.

A manutenção é simples e se restringe à inspeção anual e eventual limpeza da parte submersa do equipamento, deve-se sempre ter o aperto correto de parafusos e lubrificação dos rolamentos e articulações.

3.3 Utilização típica

Além do uso doméstico, pensando em dispor de uma fonte segura de água, a primeira proposta que vem à cabeça de pessoas de fora, é que deve aproveitar esta água para plantar algo, nem que seja uma horta. Isto nem sempre representa a primeira ideia das comunidades e nem sempre é costume tradicional, seja no consumo ou no manejo de hortaliças, muitas vezes difícil por sua origem de clima temperado ou frio. Mesmo assim, temos belos exemplos de hortas plantadas em torno de BAPs, que, com seus produtos, criam uma renda adicional e enriquecem o cardápio das famílias. No entanto, um uso é comum a todos: "dar água para os bichos". Sabemos que em anos de menos chuva, quando as aguadas e pequenas barragens secam ou só sobra uma calda grossa de água e lama, a parte do rebanho que primeiro morre são os animais novos. Em uma Caatinga mais preservada, animais adultos, ao exemplo das cabras, arrancam com seus chifres os espinhos do mandacaru e se abastecem da água contido no seu tronco. Mas filhotes não conseguem esta façanha. Já ouvi da boca de criadores, que, depois de instalada a BAP, não morreram animais novos.

Não é preciso somente ter água, precisa ter também qualidade: os animais necessitam, para um bom e sadio desenvolvimento de água limpa e pura, para evitar a infestação pelos diversos patógenos veiculados pela água. Assim fica evidente, depois do abastecimento humano, a água da BAP serve em primeiro lugar para os rebanhos, pois, em condições do

SAB, a criação de animais representa a única atividade econômica segura, além daquela que aproveita as fruteiras nativas ou outras plantas da Caatinga (Figura 7).

Figura 7 – A saúde do rebanho melhora visivelmente quando bebem água sem contaminação

Foto: Arquivo do Irpaa.

3.4 Unidades instaladas e previstas

Depois das mais de 200 Bombas Populares financiadas pela entidade Misereor da Alemanha e algumas dezenas conseguidas através de campanhas de doações, especialmente de pessoas e entidades do Sul do Brasil, o Ministério de Desenvolvimento Social adotou a ideia de valorizar a água subterrânea através de bombas manuais. Ao total temos hoje, espalhadas pelos estados do SAB, aproximadamente 600 unidades instaladas.

A partir de 2012, o número de famílias com acesso à água por meio da BAP aumentou significativamente, o MDS, por meio do P1+2

(Programa uma Terra e duas Águas) da ASA, aprovou a compra e instalação de mais 300 unidades. O Estado da Bahia, no seu Programa "Mais Água", incluiu, 100 novas BAPs. E o Estado da Paraíba está negociando com o Governo Federal a aprovação de 900 unidades.

Figura 8 – Casa de alvenaria para proteção da BAP. No seu entorno, plantio de hortaliças

Foto: Arquivo do Irpaa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que cada BAP possa atender até 40 famílias com suas necessidades diárias de água ou dessedentar a cada dia 1.300 caprinos ou ovinos, percebe-se o alcance que uma tecnologia tão simples e praticamente sem custo de manutenção possa ter para a questão hídrica do Semiárido Brasileiro.

Considerando também que a BAP é uma tecnologia por excelência comunitária, o custo por unidade se dilui rapidamente. Atualmente, com um custo aproximadamente de R$ 6.000,00 (US$ ~ 3,000.00, em 8/6/2012), se evidencia que a BAP é o meio mais barato de fornecer água no SAB.

Há mais de duas décadas estamos argumentando que a única maneira de fazer do SAB uma região produtiva, mas com sustentabilidade e a longo prazo, é a convivência com o Semiárido. Todas as outras propostas podem ser até financeiramente rentáveis, tem validade por tempo curto e resultam em prejuízo para o bioma frágil da Caatinga – e para a sobrevivência das pessoas. O recente fenômeno climático, de baixa precipitação pluviométrica, não representa nenhuma catástrofe para a Caatinga, mas sim faz parte da configuração climática do clima semiárido.

Podemos aprender da natureza, o que é viável aqui, quais os sistemas de produção resistentes, como realizar a plurianuidade e muito mais. É um mosaico de conhecimentos e saberes que precisamos coletar e aplicar. E são muitas as tecnologias que se encaixam no conceito da CSA. A Bomba d'Água Popular é uma delas.

REFERÊNCIAS

GIRARD, C.; TEIXEIRA, L. **Prognóstico de tempo a longo prazo**. Relatório Técnico, São José dos Campos, 2001

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro**, Brasília, 2005.

SILVA, F. B. R. e; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA. F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAÚJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. **Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil:** diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Recife: Embrapa Solos – Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste – ERP/NE; Petrolina: Embrapa Semiárido - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido - CPATSA, 2000. 1 CDROM. (Embrapa Solos. Documentos, 14).

Capítulo 7

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA POR BARRAGINHAS

Luciano Cordoval de Barros
Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas quatro décadas, com o desmatamento acelerado em nosso País, foram introduzidas lavouras e pastagens em grande escala, muitas vezes sem os devidos cuidados de conservação de solo e sem a preocupação com reposição de nutrientes.

Essas pastagens introduzidas cresceram vigorosas, o que motivou os produtores a adotarem maior densidade de gado por área, acelerando a compactação dos solos, a qual reduziu as taxas de infiltração da água das chuvas, provocando escorrimento superficial em forma de enxurrada. Assim, terra e nutrientes foram arrastados pela erosão (laminar e sulcada), um processo que acelerou a degradação do solo e afetou a sustentabilidade agrícola.

Para reverter esse quadro, a Embrapa Milho e Sorgo, sediada no Município de Sete Lagoas, em Minas Gerais, desenvolveu a tecnologia social Barraginhas, que consiste em construir um conjunto de miniaçudes (minibacias) destinado a colher as águas superficiais das chuvas (enxurradas), barrando a degradação do solo, possibilitando a recuperação dessas áreas e a produção de água nas propriedades rurais.

2 COMO FUNCIONA O SISTEMA BARRAGINHAS

A superfície do solo recebe a água das chuvas e concentra-a em forma de enxurradas, que vão se avolumando até causar danos à terra, com a erosão. Assim, o Sistema Barraginhas consiste em dotar as áreas com várias minibacias (miniaçudes) dispersas, de modo que cada uma colha uma determinada enxurrada significativa (Figuras 1 e 2). Desta forma, as Barraginhas acompanham a distribuição das enxurradas no terreno e colhem a água da chuva onde ela cai (ESTOCOLMO, 2005; GREY-GARDNER, 2003), sem deixá-la escorrer e causar danos, como erosões, assoreamentos e carreamento de poluentes veiculados pelas enxurradas, podendo até amenizar enchentes (SILVA, 2006).

Figura 1 – Vista aérea de Barraginhas dispersas na propriedade

Fonte: Arnaldo Macedo Pontes

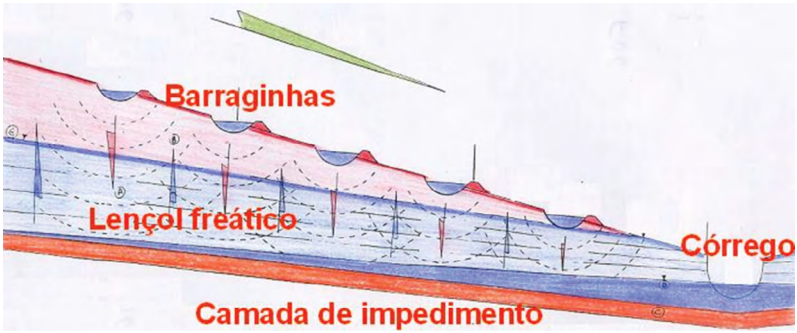
Figura 2 – Barraginhas dispersas na propriedade

Fonte: acervo dos autores.

Ao barrarem a água de uma chuva intensa, as Barraginhas têm um tempo para que essa água se infiltre e recarregue o lençol freático. Quanto mais rápido a água se infiltrar, mais eficiente é a Barraginha, pois, assim, ela estará apta a colher a próxima chuva e todas as frentes que ocorrerem ao longo da estação de chuva.

A recarga do lençol freático abastece os mananciais que mantêm as nascentes, as cisternas, os cacimbões e os córregos (Esquema 1). Também umedece o entorno de cada Barraginha, o que propicia lavouras isoladas. Ao umedecer as baixadas, são criadas condições para uma agricultura com menor risco de escassez de água e melhorias no sustento das famílias, gerando alimentos, renda local e regional, refletindo-se nas feiras, no comércio, na saúde e na satisfação das populações beneficiadas.

Esquema 1 – Funcionamento do Sistema



A água contida por uma Barraginha infiltra-se continuamente na forma de uma "franja úmida" crescente, inicialmente umedece o seu entorno, e posteriormente abastece um grande reservatório subterrâneo, que é o lençol freático. O Sistema Barraginhas ajuda a regularizar a água das chuvas, amenizando o problema da seca (veranicos), das enxurradas e das enchentes (BARROS, 2008).

3 CLIMA E SOLO

O Sistema Barraginhas de captação de água de chuvas tem uma amplitude de atuação em regiões com precipitações de 500 a 1.800 milímetros, atuando nos períodos de chuvas intensas, quando ocorrem enchentes.

Comparada com outras regiões semiáridas do mundo, a Região Semiárida brasileira é uma das mais chuvosas. Seu maior problema é a má distribuição dessas chuvas. Nessa região, a distribuição das chuvas ocorre da seguinte maneira: chove um total anual de 500 a 1.000 milímetros, mas pode ocorrer um terço desse total entre 10 e 15 dias, com um período de estiagem de 60 dias, e voltar a chover outra terça parte em outros 15 dias, e o terço final daí a 30 dias. Assim, são três períodos de abundância, em que grande parte desse volume pluvial não se infiltrará no local, mas escorrerá para formar enxurradas e enchentes.

Nesse contexto, o Sistema Barraginhas atua com um mecanismo para colher e armazenar água nesses momentos de abundância e para usá-la quando necessário, umedecendo o solo para a agricultura e para abertura de cacimbas, cisternas e cacimbões, contribuindo para a regularização e um bom aproveitamento das chuvas.

Na região subúmida, onde chove 1.800 milímetros, os momentos de abundância vão de 8 a 10 recorrências, e em anos chuvosos, até 12 recorrências.

Assim, quanto mais barrentas forem as enxurradas e enchentes, mais indicadoras elas serão de erosões, degradação e empobrecimento dos solos. Aqui, é oportuno destacar a Região dos Cerrados, com predominância de solos porosos e profundos, os Latossolos Vermelhos e Amarelos. Nessa região, o Sistema Barraginhas tem função maior como controle de erosão, contenção de assoreamentos, recarregamento do lençol freático, revitalização de mananciais e amenização de enchentes.

Por isso, as Barraginhas dessa região porosa são menores, com 15 metros de diâmetro, e volume entre 100 e 150 metros cúbicos (10 a 15 caminhões-pipa). Já no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, e no Piauí, onde predominam solos rasos, com capacidade média a baixa de infiltração, as Barraginhas são ligeiramente maiores, chegando a medir 20 metros de diâmetro, com capacidade de armazenamento de até 300 metros cúbicos, com maior tempo para sua infiltração entre uma chuva e outra.

4 CONSTRUÇÃO DE BARRAGINHAS

4.1 Escolha dos Locais na Propriedade

Com os produtores organizados por um objetivo comum, a atividade passa a ser interna, "da porteira para dentro da propriedade", ou seja, entre o técnico e o produtor rural, sendo esse último o principal ator do projeto. É ele quem conhece o terreno e quem levará o técnico aos locais das enxurradas ou aos pontos estratégicos onde as Barraginhas devem ser construídas.

Com o objetivo de barrar as enxurradas, as Barraginhas são construídas de forma dispersa pela propriedade: nas partes altas e médias da propriedade, nas pastagens, nas lavouras, nos "bigodes" de estradas e até nas entradas de voçorocas e grotas.

Como as enxurradas se espalham em várias direções e lugares das propriedades, as Barraginhas também devem seguir o mesmo trajeto, sendo distribuídas conforme o percurso dessas enxurradas. Essa distribuição é de suma importância para manter a umidade em toda a área e conter as erosões.

O entendimento do sistema por parte do produtor é de fundamental importância, para que todas as enxurradas erosivas sejam contidas e contempladas.

A Barraginha não deve ser construída:

- Em cursos de água perenes;
- Nas áreas de proteção permanente (APPs);
- No interior das voçorocas e das grotas;
- Em terrenos com inclinação acima de 12%.

4.2 Período

O período ideal para construção das Barraginhas é na época mais úmida do ano, que se inicia após as duas primeiras chuvas e continua até 4 a 5 meses após encerradas as chuvas.

É importante iniciar a construção após as duas primeiras chuvas, porque elas umedecem o solo, favorecem a escavação e facilitam a liga e a compactação dos aterros. Para projetos que vão se estender por todo o período úmido, deve-se iniciar a implantação nas áreas que vão secar primeiramente (geralmente as mais altas), para que ao final desse período a umidade residual das baixadas ainda seja aproveitada.

Nos momentos mais chuvosos, as obras de construção das Barraginhas são interrompidas e só devem continuar nos dias de estiagem (veranicos). Quando termina o período chuvoso, as obras podem ser prolongadas por mais 4 a 5 meses, aproveitando-se a umidade residual do solo.

4.3 Maquinário

Na construção das Barraginhas, o maquinário ideal é a pá-carregadeira de porte semelhante ao da Case W20, da Michigan 55, da Fiat 120 ou similar (Figura 3). É possível utilizar a retroescavadeira, sendo exigido um treinamento específico do operador para adequação. O trator de esteira é o menos indicado para essa atividade.

Figura 3 – Barraginha em construção

Fonte: acervo dos autores.

4.4 Tempo e Estratégia de Implantação

Em solos mais favoráveis, como os latossolos, o tempo médio gasto para se construir uma Barraginha com uma pá-carregadeira é de 1 hora e nos solos mais firmes, como os cambissolos, é de 2 horas. O espaçamento entre as Barraginhas deve seguir uma estratégia que deve considerar o resultado da implantação do sistema a cada ano. Assim, 1/3 do potencial de uma determinada área deve ser construído no primeiro ano (nas principais enxurradas). Após um ciclo de chuvas, o produtor, ao observar os resultados, motiva-se e demanda a construção de mais 1/3 das Barraginhas no segundo ano. No ano seguinte, considerando os resultados dos dois primeiros anos, implanta-se o 1/3 final, barrando todas as enxurradas detectadas na propriedade.

4.5 Dimensões

As Barraginhas devem medir de 15 a 20 metros de diâmetro, por 1,2 a 1,5 metros de profundidade. Em solos mais porosos, elas podem ser construídas em menores dimensões e em solos menos porosos, elas devem ser maiores. Devem ser rasas e espalhadas, para aumentar a superfície e favorecer a infiltração, pois quanto mais rápido ocorrer essa infiltração, mais rápido elas se esvaziarão para receber as próximas chuvas. A capacidade de armazenamento das Barraginhas depende do potencial da enxurrada e da bacia natural. Geralmente, nas dimensões indicadas acima, têm capacidade para armazenar de 100 a 300 metros cúbicos.

4.6 Crista, formato da Barraginha e sangradouro

O formato mais comum da crista do aterro é o de meia-lua ou semicircular (em solos mais planos, até 6% de inclinação), mas também pode apresentar formato de arco (em solos mais inclinados de 6 a 12% de inclinação).

Em todas elas, a água forçará o meio do aterro ou o meio do arco. Para que o aterro não se rompa, deve apresentar crista em formato de "travesseiro", elevado no meio e despontando para as extremidades. Assim, se houver abatimento no meio do aterro, ainda haverá uma folga elevada e a estrutura não se romperá.

Pequenos sangradouros são construídos para verter excedentes durante chuvas intensas, embora o ideal seja que as Barraginhas se encham e não necessitem sangrar. Caso alguma sangre com frequência, é sinal de que deve-se fazer uma ou mais Barraginhas acima ou intercaladas, para evitar esse volume excedente. Deve-se evitar escavar os sangradouros, ou seja, eles devem ser rasos e quase imperceptíveis, para evitar início de erosão.

4.7 Desassoreamento e manutenção

Normalmente, cerca de 14% das Barraginhas sofrem certo grau de assoreamento após 3 a 5 anos de sua construção, quando as enxurradas colhidas trazem muitos sedimentos erosivos, resultado da falta de práticas conservacionistas do solo em sua bacia de captação (DUARTE, 2010). Isso ocorre principalmente com as Barraginhas da parte superior da propriedade e com as de beira de estrada.

Caso ocorra assoreamento, para manter sua capacidade original de armazenamento os sedimentos devem ser removidos por máquina e depositados nas costas do aterro (Figura 4).

Figura 4 – Barraginha sendo desassoreada (esquerda) e Manutenção da Barraginha concluída (direita)

Fonte: acervo dos autores.

5 BENEFÍCIOS E VANTAGENS PROPORCIONADOS PELAS BARRAGINHAS

O maior benefício proporcionado pelo Sistema Barraginhas é a contenção do avanço da degradação do solo provocada pelas enxurradas, as quais provocam erosões laminares e sulcadas, e arrastam sedimentos para as baixadas e córregos, empobrecendo o solo e comprometendo os recursos hídricos da propriedade.

Ao conter as enxurradas, as Barraginhas reduzem a erosão, o assoreamento e amenizam as enchentes.

Ao colher a água da chuva, as Barraginhas proporcionam condições para que a água nelas represada se infiltre no solo, atingindo o lençol freático. Depois que a água se infiltra por completo, a Barraginha está pronta para receber as águas das próximas chuvas. Esse processo se repetirá sucessivamente em todo o ciclo chuvoso e o lençol freático tem seu volume aumentado. Com isso, diversos benefícios são observados:

- Os níveis das cisternas e cacimbões elevam-se;
- Surgem minadouros e cacimbas;

- Os mananciais mantenedores das nascentes e córregos se fortalecem;
- Córregos antes intermitentes são revitalizados e perenizados, beneficiando populações ribeirinhas a jusante;
- As baixadas se umedecem proporcionando uma agricultura segura e alimentos de qualidade, gerando emprego e renda (Figura 5).

Figura 5 – Horta plantada aproveitando a umidade proporcionada por Barraginha

Fonte: Wagner de Souza Tavares

5.1 Mobilização da Comunidade

Embora os produtores possam implementar o Sistema Barraginhas isoladamente, na grande maioria dos casos eles o fazem coletivamente, envolvendo sua comunidade. Mesmo que cada produtor pretenda construir Barraginhas por conta própria, tanto a mobilização como os treinamentos são feitos em grupo. Geralmente, a mobilização é dividida em quatro fases:

Fase A: Primeiros contatos

Os primeiros contatos da comunidade com o Sistema Barraginhas acontecem por meio de palestra ou reunião, apresentada por participantes do projeto. Normalmente, um multiplicador/disseminador faz o primeiro contato levando a ideia/o projeto à comunidade (Figura 6).

Esses multiplicadores podem ser técnicos da extensão rural ou de alguma organização não governamental (ONG), associação, sindicato ou mesmo voluntários. Existem também os primeiros contatos de quem assistiu pela TV, leu em jornais ou em revistas, ou ouviu falar desse sistema no município vizinho. Assim, os multiplicadores interessados entram em contato com a Embrapa, iniciando-se o envolvimento.

Figura 6 – Apresentação do Sistema Barraginhas por um disseminador

Fonte: acervo dos autores.

Fase B: Visita a unidades demonstrativas do Sistema Barraginhas

O segundo passo consiste em organizar uma visita da comunidade ao Projeto-Piloto do Ribeirão Paiol em Sete Lagoas (Figura 7) ou a uma das unidades demonstrativas descentralizadas do Sistema Barraginhas, para que os participantes conheçam e passem a acreditar no potencial para o desenvolvimento de sua comunidade. Algumas unidades descentralizadas serão citadas mais adiante.

O principal objetivo dessa fase é gerar expectativa, para que os participantes vejam que é possível produzir água em suas propriedades pela colheita de chuvas e visualizem o Sistema implantado em sua região. Percebido o interesse do grupo, consolidam-se o envolvimento e o comprometimento dos participantes.

Para que essa visita ocorra com sucesso, recomenda-se o envolvimento do poder público para providenciar transporte, refeições, entre outras despesas. Na verdade, essa parceria é importante em todas as fases do projeto.

Figura 7 – Visita ao Projeto-Piloto em Sete Lagoas/MG

Fonte: acervo dos autores.

Fase C: Treinamento no Local

A terceira fase acontece na comunidade. Realiza-se um treinamento teórico e prático, aprende-se a "marcar" (localizar) e construir as Barraginhas nos veios das enxurradas (Figura 8). Na parte prática do treinamento, são construídas duas Barraginhas, sendo treinados técnicos, operadores de máquinas e participantes para entenderem e fiscalizarem os trabalhos futuros.

Após essa fase, os participantes estão aptos a desenvolver o projeto sem tutoramento, com liberdade para adaptar o Sistema às características locais/regionais, apropriando-se da tecnologia.

Figura 8 – Treinamento teórico na comunidade (esquerda) e treinamento prático na comunidade (direita)

Fonte: acervo dos autores.

Fase D: Construção das primeiras Barraginhas pelos participantes

Uma vez motivados e treinados os usuários, inicia-se democraticamente o processo de adesão e de cadastramento dos participantes, decidindo-se quantas Barraginhas serão feitas por comunidade e por participante.

Nessas quatro fases, é importante que a gestão seja própria da comunidade, mas com apoio do poder público no envolvimento, no financiamento (parcial ou total) das despesas e no uso de máquinas. O intuito dessa parceria é aproximar a comunidade, os técnicos e o poder público. Normalmente, após 50, 100 ou 200 Barraginhas prontas, organiza-se um Dia de Campo, que se repetirá quando se chegar às 500, às 1.000 ou mais Barraginhas.

Figura 9 – Dia de campo festivo

Fonte: acervo dos autores.

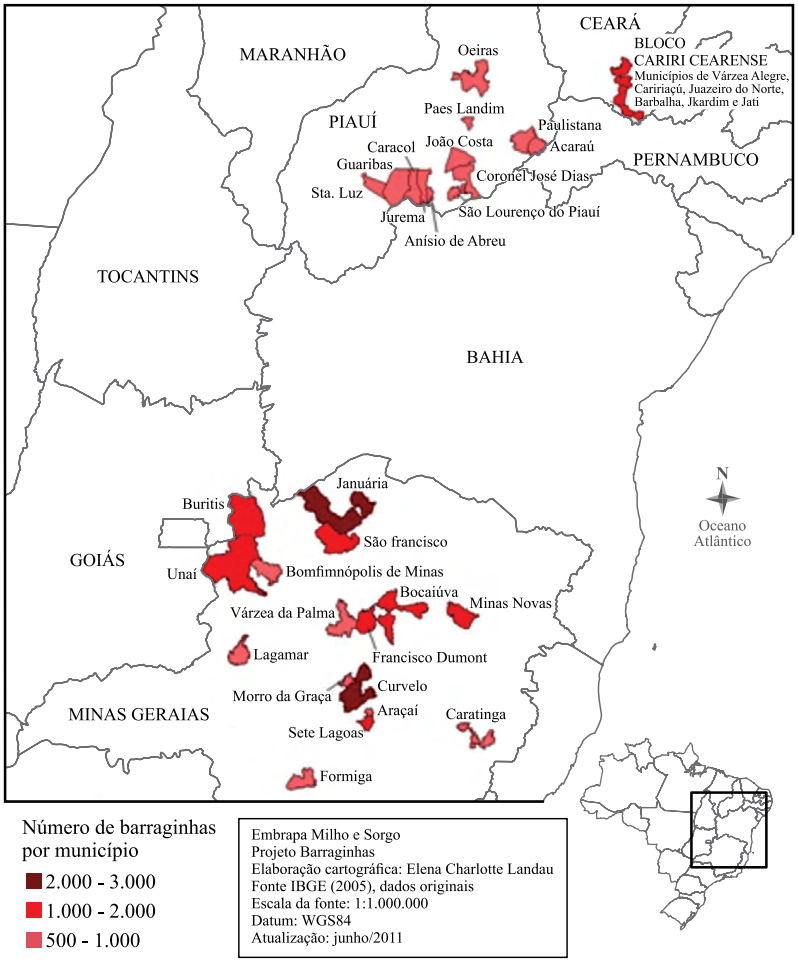
5.2 Unidades demonstrativas descentralizadas ("Vitrines")

Centenas de comunidades com 100 a 200 Barraginhas já se tornaram "vitrines" demonstrativas desse Sistema. Por sua vez, os beneficiários das Barraginhas tornaram-se multiplicadores dessa tecnologia da Embrapa.

Diversos municípios que adotaram o Sistema Barraginhas, em função não apenas da grande quantidade de Barraginhas mas também dos resultados pronunciados de produção de água e do alto grau de mobilização e gestão das comunidades, são considerados "vitrines" para visitação (Figura 10), podendo-se citar como exemplos Araçaí, Buritis, Formiga, Januária, Janaúba, Lagamar e Minas Novas, todos em Minas Gerais. No semiárido do Piauí, já foram implantadas 300 Barraginhas em cada um dos seguintes municípios: Acauã, Anísio de Abreu, Caracol, Coronel José Dias, Guaribas, João Costa, Jurema, Paes Landim, Paulistana, Santa Luz, São Lourenço, com destaque para Oeiras. Já no Ceará, na região do Cariri, foram implan-

tadas 100 Barraginhas em cada um dos seis municípios beneficiados. São eles: Barbalha, Caririaçu, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte e Várzea Alegre.

Figura 10 – Municípios "Vitrine" do Sistema Barraginhas



Fonte: LANDAU et al., 2013.

5.3 Disseminadores e Apoiadores

É importante destacar o apoio das empresas de extensão rural, dos sindicatos de trabalhadores rurais, das prefeituras, das associações comunitárias e quilombolas na disseminação e no apoio logístico durante todas as fases de implementação das Barraginhas (Figura 11).

Figura 11 – Conclusão de treinamento em uma comunidade quilombola

Fonte: acervo dos autores.

Os principais apoiadores financeiros dessa tecnologia social são a Agência Nacional das Águas (ANA), a Case New Holand (via PPP), a Fundação Banco do Brasil (FBB), o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), o Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Ministério Público Estadual de Minas Gerais (MPMG) a Petrobras, além de famílias italianas.

Dentre esses apoiadores, destaca-se o MPMG, que através de Termos de Ajuste de Conduta (TAC) tem convertido multas ambientais em Barraginhas. Os TACs já proporcionaram a implantação de 6.000 Barraginhas em 50 municípios do norte de Minas Gerais, através de seu Programa Plantando Água.

O MDA tem incentivado a disseminação de Barraginhas nos Territórios da Cidadania, com ênfase no Sertão de Minas e no Médio Jequitinhonha, em MG, e no Vale do Canindé, no PI. O Ministério do Desenvolvimento Social viabilizou 4.000 Barraginhas em 20 municípios no Estado do Piauí.

A FBB desde 2005 vem viabilizando a construção de 10.000 Barraginhas em Minas Gerais, Piauí e Ceará e a Petrobrás, desde 2008, viabilizou 2.500 Barraginhas e tem previsão para mais 3.500 até 2013.

Em 2002, foram treinados 250 técnicos da Emater-MG (Figura 12), e nos últimos dez anos mais de 150 outros técnicos. Esses mais de 400 técnicos deram um impulso à disseminação e milhares de Barraginhas foram espalhadas por Minas Gerais, beneficiando acima de 30.000 famílias no Estado.

Figura 12 – Treinamento de técnicos da Emater-MG

6 ESTUDOS DE CASOS: MODELOS DE SISTEMAS IMPLANTADOS

Sete Lagoas

No Município de Sete Lagoas, em Minas Gerais, em uma área de 70 hectares de Cerrado, sobre Latossolo Vermelho Poroso (Fazenda Paiol), e 1.350 milímetros de chuvas anuais, 30 Barraginhas dispersas controlam erosões e assoreamentos, amenizam enchentes e sustentam a agricultura em 15 hectares de baixadas com canaviais, lavouras de milho, feijão e hortaliças (Esquema 2, Figura 13). Além disso, o sistema mantém um açude o ano inteiro e um rego durante 6 meses.

A Fazenda Paiol está inserida na microbacia do Ribeirão Paiol, onde foi implantado em 1998 o Projeto Piloto do Sistema Barraginhas, com a

construção de 960 Barraginhas em 60 pequenas propriedades distribuídas em uma área de cerca de 600 hectares. No período seco, o lençol freático da microbacia se rebaixa, revitalizando o Ribeirão Paiol.

Esquema 2 – Sistema Barraginhas implantado na Fazenda Paiol, em Sete Lagoas-MG

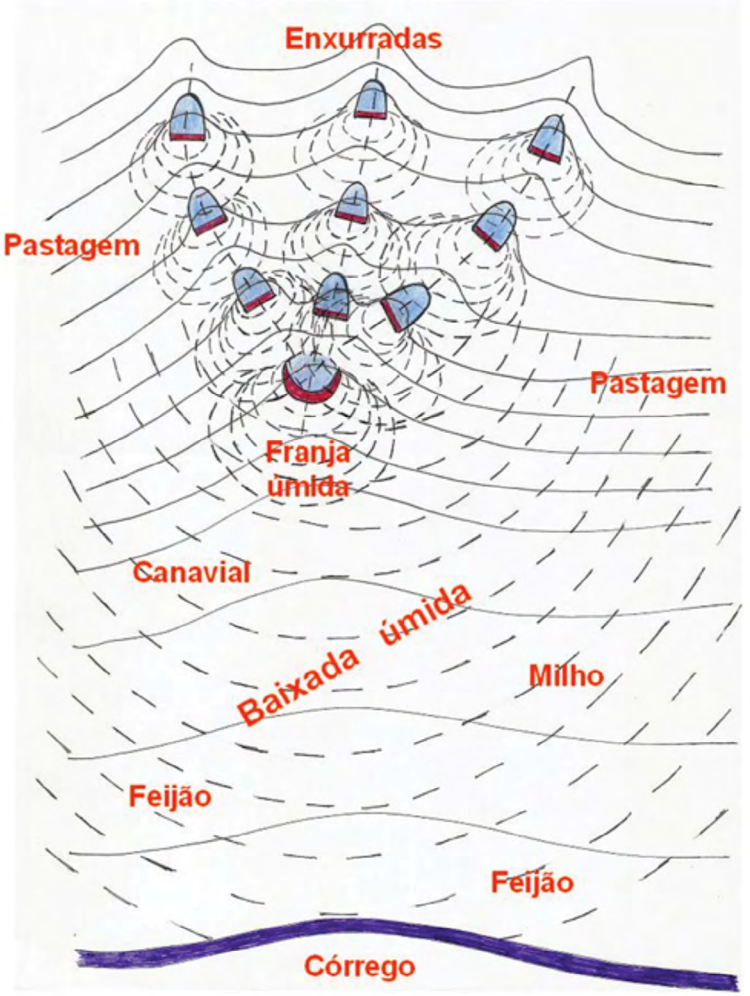


Figura 13 – Afloramento de água na baixada proporcionado pelo Sistema Barraginhas

Fonte: acervo dos autores.

Minas Novas

No Município de Minas Novas, em Minas Gerais, no semiárido mineiro do Vale do Jequitinhonha, na Comunidade de Cansanção, uma cacimba (minadouro) em propriedade particular está abaixo de três Barraginhas sequenciadas. Ao perceber a qualidade diferenciada da água dessa cacimba, a proprietária colocou uma manilha para protegê-la, obtendo água potável, límpida e de qualidade (Figura 14). Na entressafra e durante a seca, essa cacimba fornece a 20 famílias água para beber e cozinhar. Abaixo das Barraginhas, nas franjas úmidas, ela produz milho, feijão e várias hortaliças, complementado a umidade do solo com regador abastecido pela cacimba (Esquema 3).

Esquema 3 – Sistema Barraginhas implantado

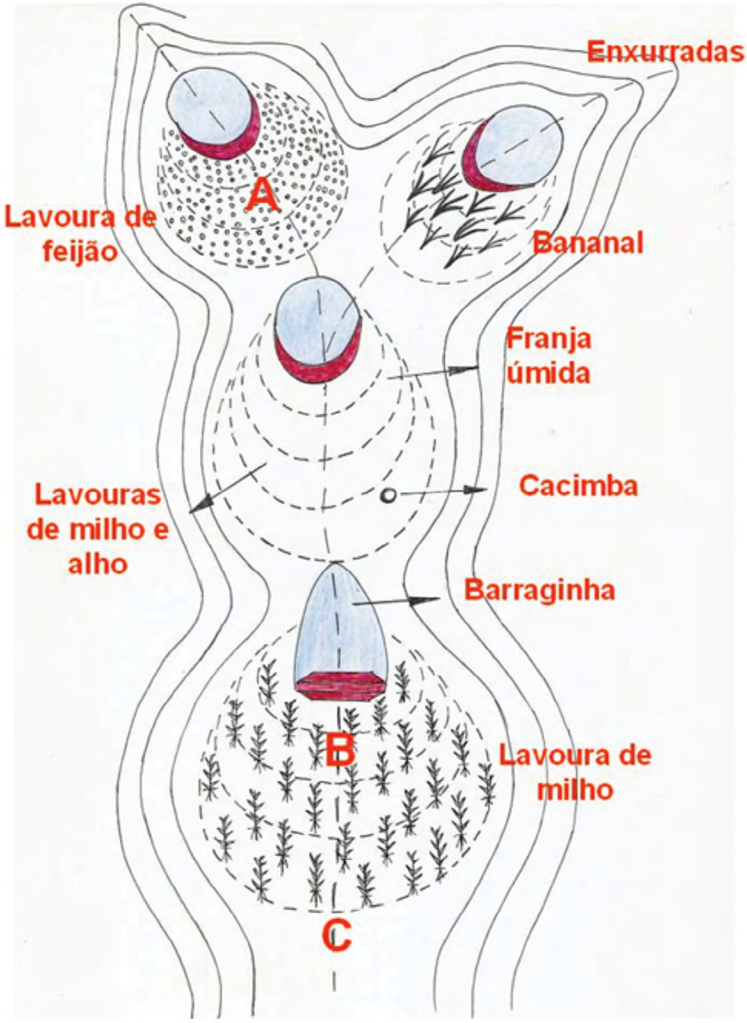


Figura 14 – Cacimba de água límpida

Fonte: acervo dos autores.

Nesse município, muitas das 42 comunidades beneficiadas pelas Barraginhas não dependem mais da água do caminhão-pipa, principalmente as comunidades Buriti Valverde, Cansanção, Capivari, Contendas, Curralinho, Fanado Abaixo, Inácio Félix, Macuco e Manuel Luiz. Devido à falta de regularidade das chuvas, há muitos anos não se plantava naquela região; agora, graças ao Sistema Barraginhas, planta-se lavoura tanto na época da seca (nas franjas úmidas), como no período chuvoso.

Até 2003, uma outra agricultora familiar plantava apenas dois pequenos canteiros, um de cebolinha e outro de salsa ou coentro, porque não havia água suficiente para irrigá-los diariamente. A partir do momento em que percebeu que existia umidade subterrânea, abaixo de suas duas Barraginhas (franja úmida), ela aumentou sua plantação e notou que poderia aumentar o tempo entre irrigações, até chegar a aplicar água de três em três dias (Figura 15). Em pouco tempo, passou a comercializar R$ 200,00 (duzentos reais) por semana. Ao ganhar mais experiência, investiu em infraestrutura (estufas) para aumentar a produção e a qualidade e, ao lado de outros parceiros do projeto, é responsável por manter o verde das hortaliças durante o período seco na feira de Minas Novas (Figura 16).

Figura 15 – Hortas proporcionadas pela umidade resultante de duas Barraginhas

Fonte: acervo dos autores.

Figura 16 – Barraginhas garantem verduras na entressafra e geram renda

Fonte: acervo dos autores.

De janeiro a fevereiro de 2006, houve uma longa estiagem (veranico) no norte de Minas e no Vale do Jequitinhonha. Enquanto na região Central do Estado foram 35 dias de veranico, na região de Minas Novas houve interrupção de 60 dias no ciclo de chuvas. Naquele ano, não houve produção de milho de sequeiro nessas regiões. Contudo, na comunidade de Cansanção, as lavouras dos produtores que plantaram abaixo de Barraginhas produziram normalmente feijão e milho em suas franjas úmidas. A Figura 17 mostra o contraste na mesma lavoura, com boa produção logo abaixo das Barraginhas, declinando à medida que se afasta da franja úmida. O líder comunitário de Cansanção considera que o Sistema Barraginhas é um sucesso, sugerindo a implantação de mais Barraginhas na região.

Figura 17 – Lavouras abaixo de Barraginhas em Minas Novas/MG: feijão na franja úmida conforme Esquema 3 (esquerda). Lavouras abaixo de Barraginhas em Minas Novas/MG: milho na franja úmida, conforme Esquema 3 (centro). Lavouras abaixo de Barraginhas em Minas Novas/MG: milho fora da franja úmida, conforme Esquema 3 (direita)

Fonte: acervo dos autores.

Outro sistema, também implantado em Minas Novas/MG – mesmo que suas Barraginhas tenham sido construídas em 2003 – só foi descoberto pela equipe do projeto em junho de 2007. Nesse sistema, o proprietário dispõe apenas de duas Barraginhas e seu vizinho, situado a montante, tem mais duas. Assim, ele tem uma franja úmida proporcionada por quatro Barraginhas sequenciadas. Sua horta apresenta formato atípico, um veio úmido sinuoso, de aproximadamente 300 por 10 metros, completamente cultivado (Esquema 4 e Figura 18). O terço superior é plantado com milho-verde, após a colheita de verão. No terço médio, alho e quiabo consorciados com milho. No terço inferior, alface, cenoura, beterraba e couve.

Esquema 4 – Sistema Barraginhas sustentabilizando horta linear

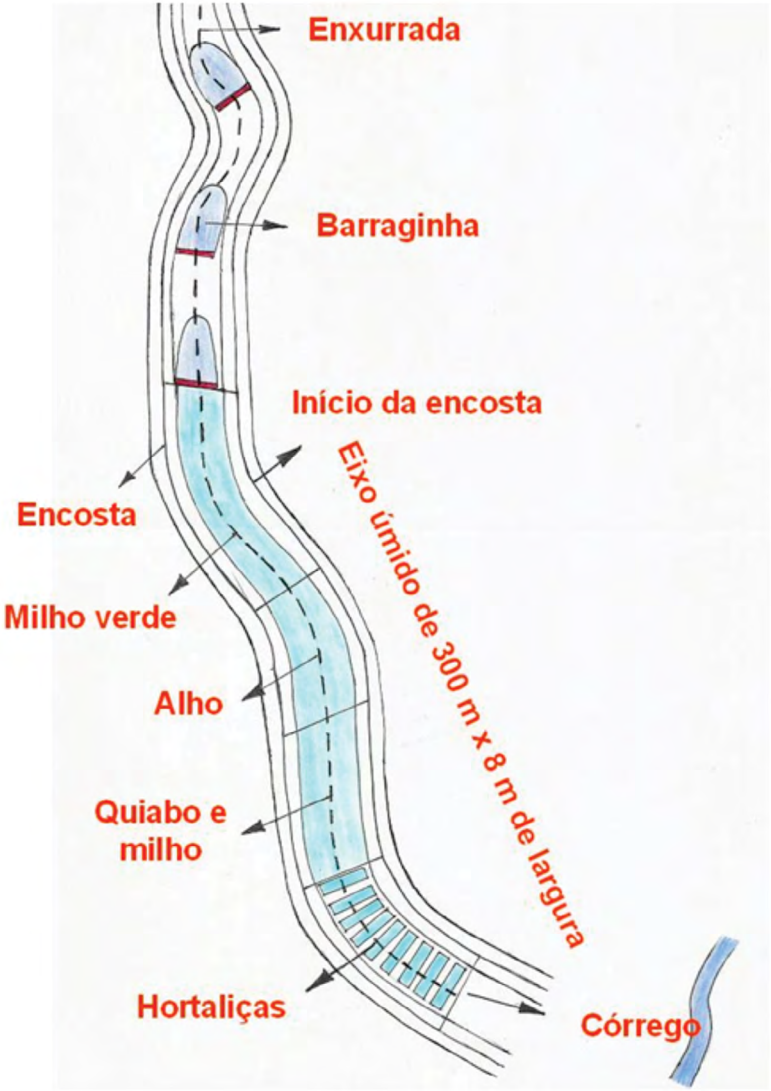


Figura 18 – Horta linear abaixo de duas Barraginhas: a) alho e milho em franjas úmidas (esquerda). Horta linear abaixo de duas Barraginhas: b) consórcio milho/quiabo na entressafra (centro). Horta linear abaixo de duas Barraginhas: c) horta seguindo o eixo úmido (direita)

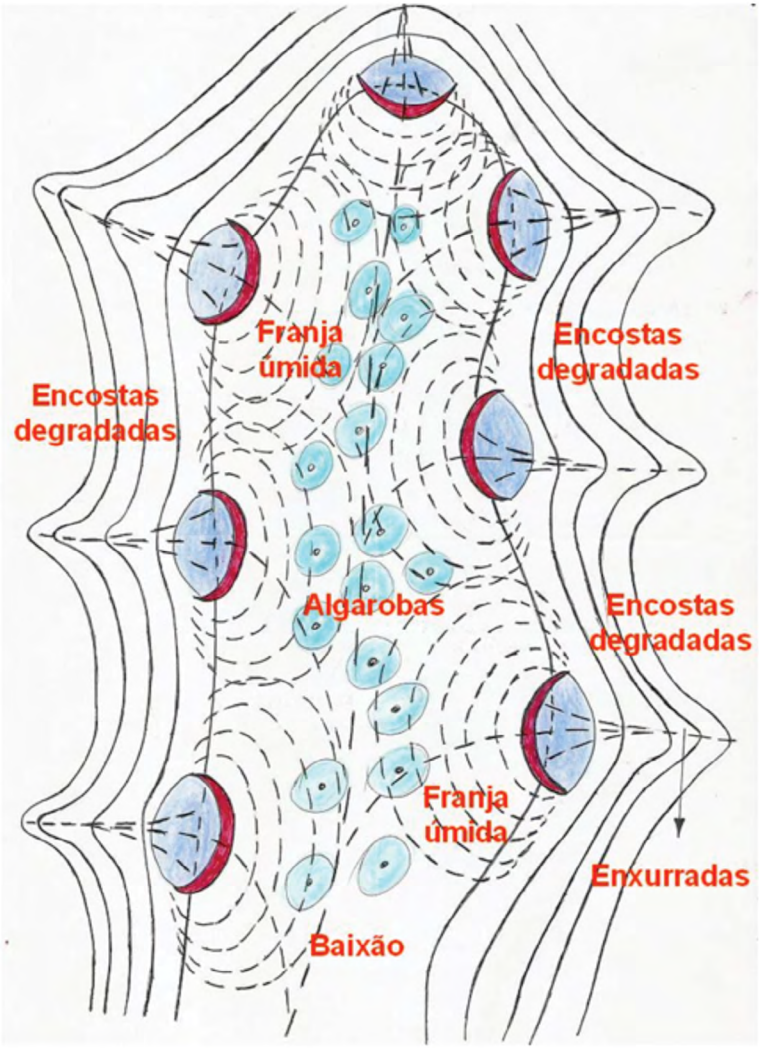
Fonte: acervo dos autores.

Piauí

No Piauí, os vales são chamados de baixões. No município de João Costa, por exemplo, esses baixões são circundados por encostas degradadas há mais de 30 anos. Assim, a cada temporada de chuvas, as enxurradas procedentes dessas encostas deságuam na planície, causando erosões. Nesse município, o Sistema Barraginhas foi implantado nas bordas dos baixões (Esquema 5), servindo para conter o avanço da degradação e para armazenar as águas no lençol freático, umedecendo o solo e garantindo mais segurança na agricultura.

No Município de Santa Luz, um agricultor familiar relatou que, em 2006, sem as Barraginhas, em uma de suas áreas, foram colhidas sete sacas de milho. Na mesma área, em 2007, mesmo com um período seco mais rigoroso do que em 2006, beneficiada por duas Barraginhas bem situadas (próximo à encosta – Esquema 6), foram colhidas 73 sacas. Na área ao lado, nada foi colhido. Consciente dos benefícios do projeto, ele planeja fazer mais cinco Barraginhas em locais já determinados (Figura 19).

Esquema 5 – Baixões no município de João Costa/PI



Esquema 6 – Umedecimento do solo resultando em franja úmida no baixão

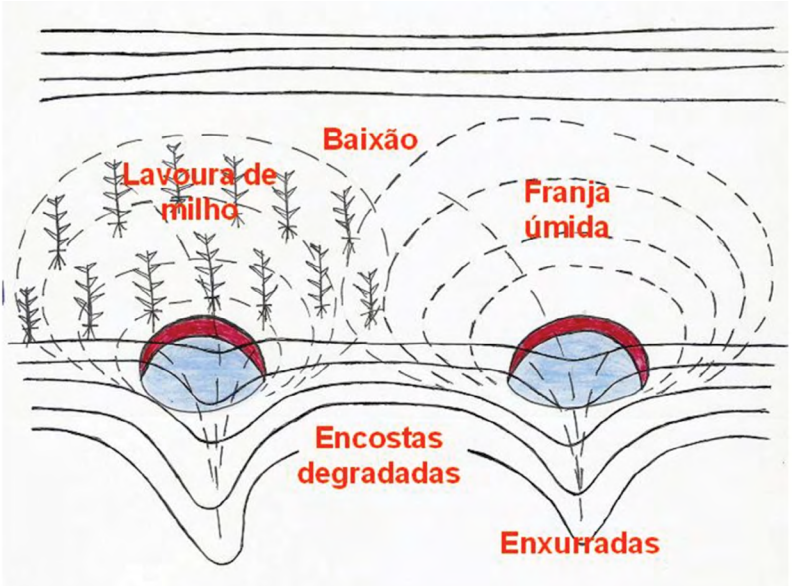


Figura 19 – Recuperação de áreas degradadas no município de João Costa, semiárido piauiense

Fonte: acervo dos autores.

Barraginha artesanal (quintais)

A necessidade de se construir uma Barraginha artesanal já vem de muito tempo. Por artesanal, entende-se ausência de máquinas por dificuldade de acesso ao local ou por falta de recursos para aquisição/contratação. A ideia desse tipo de barragem amadureceu até surgir a primeira, em um quintal urbano do município de Bambuí, em Minas Gerais.

Com base em um desenho orientado por técnico da Embrapa, a proprietária do terreno construiu a primeira Barraginha com bambu, outras duas com pedra e, posteriormente, mais três também com bambu. Assim, naquele "município-vitrine" o Sistema Barraginhas já está amplamente disseminado. Na Figura 20, é possível ver alguns passos para a construção de uma Barraginha artesanal.

Figura 20 – Barraginha artesanal em quintais: a) armação em bambu (esquerda acima). Barraginha artesanal em quintais: b) detalhe da fixação (direita acima). Barraginha artesanal em quintais: c) proteção do bambu com lona comum e aterro (esquerda abaixo). Barraginha artesanal em quintais: d) Barraginha artesanal finalizada (direita abaixo)

Fonte: acervo dos autores.

Integração com o lago de múltiplo uso

Na comunidade Fazendinhas Pai José, no município de Araçaí, região Central de Minas Gerais, em um solo seco sob vegetação de Cerrado, a integração entre as tecnologias sociais Barraginhas e lago de múltiplo uso tem tornado realidade uma aspiração dos moradores (BARROS et al, 2010). Na localidade, há 150 chácaras com extensão de 0,5 a 2 hectares. Os proprietários são, em sua maioria, aposentados, de baixo poder aquisitivo. Muitos alimentavam um antigo desejo de construir um pequeno lago e criar peixes. A limitação era a água de difícil acesso.

Entre agosto de 2008 e outubro de 2009, após a apresentação da tecnologia à comunidade em reuniões mobilizadoras, foram construídas 186 Barraginhas para captação de enxurradas na Fazendinhas Pai José, que é uma das 40 comunidades atendidas pelo programa Desenvolvimento e Cidadania, patrocinado pela Petrobras, que abrangia 16 municípios dos estados de Minas Gerais, Piauí e Ceará.

Os moradores tinham pedido que a máquina usada para cavar as Barraginhas fizesse alguns poços a serem lonados. Queriam também ter pequenos lagos de múltiplo uso, outra tecnologia disseminada pela Embrapa, e foram atendidos. Para a construção do minilago de múltiplo uso, primeiramente abre-se um poço com 14 metros de diâmetro no formato de uma bacia, com máquina pá-carregadeira (Figura 21). Depois, este é impermeabilizado com o uso de lonas de plástico comum, aquelas geralmente utilizadas para cobrir silagem de milho. As lonas de 8 m de largura são coladas com cola de sapateiro, em processo de colagem rápida. A cada 2 metros, as partes devem ser unidas, recobrindo de terra a parte colada para firmá-la. O procedimento é repetido sucessivamente. Sobre a lona, é colocada uma camada de terra de 25 centímetros para sua fixação no fundo e proteção contra raios solares, peixes e unhas de animais (Figura 21).

Figura 21 – Construção do lago de múltiplo uso (esquerda). Construção do lago de múltiplo uso (direita)

Fonte: acervo dos autores.

No período das chuvas, o lago é abastecido com água das chuvas por meio de canaletas coletoras fixadas no telhado e durante o período de seca ele é abastecido com água de cisterna (Figura 22). O produtor que tiver maior disponibilidade de água em sua propriedade pode construir lagos de diâmetro maior.

Figura 22 – a) Abastecimento do lago por cisterna (imagens à esquerda e do centro). b) Abastecimento do lago por cisterna (imagens à esquerda e do centro). c) Abastecimento do lago por cisterna por água de chuva captada por telhado (imagem à direita)

Fonte: acervo dos autores.

Na comunidade Fazendinhas Pai José foram feitos 25 minilagos de 14 metros de diâmetro, por 1,2 metros de profundidade, de 80.000 litros, gastando-se 4 horas de máquina tipo pá carregadeira e mais 30 metros de lona de 8 metros de largura. O custo ficou em torno de R$ 1.200,00 por lago.

Desde o início do projeto, o nível de água das cisternas, que era em média de 4 metros de coluna d'água, aumentou para mais de 10 metros, como conta um dos moradores. Com as Barraginhas distribuídas nas propriedades colhem-se as enxurradas e recarrega-se o lençol freático, elevando-o (Figura 23), o que se reflete no nível das cisternas e no umedecimento das baixadas (Barros, 2008).

Figura 23 – Barraginha com água da chuva colhida (esquerda). Barraginha após infiltração no solo (direita)

Fonte: acervo dos autores.

Com a água de cisterna, muitos proprietários estão viabilizando uma expectativa antes suprimida: a de produzir peixes; e a água ainda é suficiente para irrigar hortas, pomares, milho-verde, capineiras e dar de beber aos animais (Figura 24).

Figura 24 – Produção de peixes em lago integrado ao Sistema Barraginhas em Jati/CE (esquerda). Hortas irrigadas por água de cisternas recarregadas pelo Sistema Barraginhas em Araçaí/MG (centro). Hortas irrigadas por água de cisternas recarregadas pelo Sistema Barraginhas em Araçaí/MG (direita)

Fonte: acervo dos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de captação de água de chuvas por Barraginhas e de sua integração com lagos abastecidos por cisternas está sendo replicada com sucesso em diversos municípios de Minas Gerais e pode ser replicada em toda a região de latossolo vermelho e latossolo amarelo, porosos, e predominantes no Brasil Central. Também foi replicado no município de Oeiras, no Piauí, onde já foram implantados 60 minilagos de múltiplo uso.

O modelo pode ser adotado com um investimento baixo. Já no primeiro ano, o produtor percebe a elevação do nível das cisternas e o controle das erosões. Observam-se, ainda, seus efeitos nos pomares, por meio de uma florada mais intensa, maior produção dos frutos, aumento na fabricação de mel e no verde das pastagens situadas no entorno das Barraginhas e nos baixios. O sistema diminui o período de trato do gado durante a seca, bem como proporciona lavouras seguras nas baixadas.

AGRADECIMENTOS

Às comunidades que abraçaram e adotaram o Sistema Barraginhas e aos gestores e parceiros, formais e informais, regionais e locais, que integram essa rede, das regiões dos vales do Jequitinhonha, Mucuri, Urucuia, Rio Doce, Gorutuba, Alto e Médio São Francisco no estado de Minas Gerais, do semiárido no estado do Piauí e do vale do Cariri no estado do Ceará. Eles são os verdadeiros responsáveis pela sustentabilidade desse sistema.

REFERÊNCIAS

BARROS, L. C. Captação e uso de água, na propriedade, para múltiplos fins. In: ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. (Ed.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

BARROS, L. C.; TAVARES, W. S.; BARROS, I. R.; RIBEIRO, P. E. A**. Integração das tecnologias sociais Barraginhas e lago de múltiplo uso**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 2., 2010, Viçosa, MG. Anais do Simpósio, Viçosa, MG: Os Editores, 2010. p. 215-219.

DUARTE, A. C. C. **Diagnóstico sócio-ambiental da contribuição das barragens de contenção de enxurradas na minimização dos processos erosivos na Vereda do Retiro, Município de Ibiaí (MG)**. 2010. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual de Montes Claros, Pirapora, 2010.

GREY-GARDNER, R. **Rainwater harvesting at Mutitjulu**. Alice Springs, Austrália: Centre for Appropriate Technology, CAT Inc, March 2003.

LANDAU, E. C.; BARROS, L. C. de; RIBEIRO, P. E. de A.; BARROS, I. de R. Abrangência geográfica do Projeto Barraginhas no Brasil. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2013.

SEMINAR REPORT**. The importance of water issues within the millennium development goals**, 22 de março de 2005, Estocolmo, Suécia, Swedish Society for Nature Conservation and Swedish Water House, 2005. Disponível em: <http://www.naturskyddsforeningen.se/ upload/ Foreningsdokument/Rapporter/engelska/rapport_internationellla_the_importance_of%20_water_issues.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2011.

SILVA, M. S. **Barraginhas: proposta para aumento da capacidade de produção de água e prevenção de enchentes para o município de Teófilo Otoni – MG**, 2006. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.

Tema 3

Alternativas forrageiras

Capítulo 1

Produção intensiva da palma forrageira adensada e irrigada no Rio Grande do Norte

Guilherme Ferreira da Costa Lima
José Geraldo Medeiros da Silva
Margareth Maria Teles Rego
Florisvaldo Xavier Guedes
Emerson Moreira de Aguiar
Fernanda Daniele Gonçalves Dantas
Luciano Patto Novaes
Gustavo José Azevedo Medeiros da Silva

1 INTRODUÇÃO

A primeira questão a ser abordada em um trabalho de pesquisa que utiliza a irrigação como prática de manejo na produção da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*), envolve os pressupostos que justificam a utilização dessa tecnologia em uma cultura reconhecida como xerófita e com longa tradição de utilização e resistência à seca no Nordeste. No livro "Solo e

água no polígono das secas", referência histórica sobre o semiárido brasileiro, Guimarães Duque (2004) já ressaltava que a palma forrageira cresce bem na caatinga alta, no agreste e nas serras; no entanto, no sertão, no Seridó e no carrasco, devido à temperatura mais elevada e ao ar mais seco, o seu desenvolvimento é retardado e o rendimento é baixo.

Lira et al. (2006) destacam que no agreste pernambucano, região com excelente desempenho da palma forrageira, de uma maneira geral as noites são frias e têm elevada umidade inclusive com frequente ocorrência de orvalho, o que promove uma menor perda de água da planta por ocasião da abertura noturna dos estômatos. Por outro lado, no sertão ocorrem muitas noites quentes e com baixa umidade relativa do ar, levando a palma a perder água para a atmosfera, apresentando na época seca cladódios murchos, que são popularmente chamados de correia. Segundo Lima et al. (2010) também no Rio Grande do Norte, nas regiões baixas do Sertão Central e Seridó, ocorrem murchas severas das palmas, inclusive dos materiais introduzidos de regiões desérticas do México, que praticamente inviabilizam sua utilização como reserva estratégica de forragem para o período seco. Farias et al. (2005) ressaltam que as regiões com baixas precipitações, associadas a baixas altitudes e elevadas temperaturas noturnas, são limitantes para o desenvolvimento dessa cultura, como é o caso de algumas áreas do Ceará e Rio Grande do Norte. Sampaio (2005) aponta as noites frias como uma das causas da grande disseminação da palma nas regiões do agreste de Pernambuco, Paraíba e Alagoas e reduzido plantio nas áreas mais secas do núcleo Semiárido.

Figura 1 – Palmas murchas no sertão do Rio Grande do Norte

Fonte: acervo dos autores.

Para Nobel (2001) os quatro principais fatores que influenciam a captação atmosférica de CO_2 e o acúmulo resultante de biomassa nas *Opuntias* são o teor de água no solo, a temperatura do ar, a luz e vários elementos do solo. O autor ressalta que, como a captação do CO_2 dessas cactáceas ocorre principalmente à noite, um dado importante é a média da temperatura noturna. A captação atmosférica diária máxima de CO_2 ocorre quando as temperaturas do ar diurna e noturna apresentam, respectivamente, médias de 25ºC e 15ºC. Essa captação se reduz em 60% em relação ao valor máximo, quando essas médias se elevam para 35ºC e 25ºC, temperaturas diurnas e noturnas muito comuns no período seco de várias regiões do sertão nordestino (Tabela 1).

Avaliando a variação sazonal da captação líquida de CO_2 em *Opuntia* fícus-indica, em Jalisco, no México, Pimienta-Barrios et al. (2000) registraram captações diárias negativas em resposta a períodos prolongados de seca, umidade do solo extremamente baixa (< 5 %) e altas temperaturas diurnas e noturnas (36/23ºC). Para os autores o estresse causado pelas altas

temperaturas e pela seca aparentemente aumenta a respiração e diminui a atividade enzimática. Nobel (2001) reforça ainda que após três semanas de seca a captação de CO_2 das *Opuntias* torna-se igual à metade da que havia sido registrada sob boa condição hídrica.

Na Tabela 1 são apresentados dados das normais climatológicas do período de 1961-1990, de dois municípios típicos do sertão potiguar: Cruzeta, na região do Seridó e Apodi, no Oeste potiguar, que caracterizam as condições adversas enfrentadas pelas palmas forrageiras no período seco do ano.

Tabela 1 –Normais climatológicas de dois municípios do Rio Grande do Norte no período de 1961-1990, médias dos meses de agosto a novembro

Municípios	Temperatura Máxima (ºC)	Temperatura Mínima (ºC)	Evaporação Mensal (mm)	Umidade Relativa do ar (%)	Precipitação Acumulada Mensal (mm)
Apodi	35,3	22,2	249,6	60,0	4,35
Cruzeta	33,9	21,7	285,0	57,0	5,85

Fonte: RAMOS et al. (2009)

A palma segue o processo fotossintético CAM (metabolismo ácido das crassuláceas) que implica em absorção do CO_2 durante a noite (fosfoenol piruvato carboxilase) e produção de malato, que é descarboxilado durante o dia e o CO_2 liberado é refixado (ribulose difosfato carboxilase) para a formação de carboidratos (SAMPAIO, 2011). A abertura dos estômatos à noite leva à grande eficiência no uso da água (50-100 kg de água por kg de biomassa, contra 300-500 kg das plantas C_4 e 700-1000 kg das C_3) e a adaptação a condições semiáridas, com boa produtividade. Segundo o autor, as condições ideais de cultivo são dias quentes (25-35ºC) e noites mais frias (15-20ºC), com umidade relativa alta.

Para Nobel (2001), o sucesso agroecológico da palma é devido à sua capacidade de captação diária de CO_2 e à menor perda de água, fenômeno que ocorre geralmente à noite, no diferenciado metabolismo das plantas CAM, que difere na assimilação fotossintética das plantas C3 e C4. Segundo Snyman (2005), o tipo de metabolismo CAM torna as palmas três vezes mais eficientes na conversão da água em matéria seca (MS) e desta em energia digestível e alimento humano e animal, que as plantas C4 e cinco vezes mais eficientes que as plantas C3. O autor destaca a eficiência de uso da chuva (EUC) das *Opuntias* com a produção de 2 a 5 kg MS/mm

de chuva em solos de regiões áridas em boas condições ecológicas e de 10 a 15 kg de MS/mm, em cultivos maduros sobre solos profundos em boas condições de manejo.

A EUC é definida como a biomassa produzida acima do solo dividida pela chuva ocorrida durante o período de crescimento, tendo como unidade kg MS/mm de chuva (TURNER, 2004). Avaliando diferentes densidades de plantio e a utilização de adubações nitrogenada e fosfatada, em quatro municípios do semiárido pernambucano, Dubeux Júnior et al. (2006) registraram maiores EUC para os plantios mais adensados (40.000 plantas/ha) na presença de adubação fosfatada alcançando o valor médio de 26,6 kg MS/mm de chuva. Para De Kock (2001), as *Opuntias* podem ser citadas como um dos gêneros mais eficientes na transformação de água em MS, requerendo 267 kg H_2O/kg de MS, quando espécies de reconhecida adaptação ao semiárido como o milheto e sorgo requerem respectivamente, 400 e 666 kg H_2O/kg de MS.

De acordo com Oliveira et al. (2010), as cactáceas possuem mecanismos morfofisiológicos que permitem a absorção de qualquer chuva e reduzem a evaporação ao mínimo. Para Snyman (2007), espécies de *Opuntia* desenvolveram adaptações fenológicas, fisiológicas e estruturais que favorecem seu desempenho em ambientes áridos e semiáridos, onde a água é o principal fator limitante para o desenvolvimento da maioria das espécies forrageiras. Para o autor, mesmo chuvas de poucos milímetros, que são de pouco ou nenhum valor para a maioria das plantas forrageiras, podem ser eficientemente utilizadas por essas cactáceas.

Infelizmente, a palma nunca teve um bom desempenho em grande parte do semiárido potiguar, onde sempre sofreu severas murchas em função de condições climáticas inadequadas para a cultura como altas temperaturas, principalmente noturnas e baixa umidade relativa do ar. Esse cenário é observado em várias regiões do Rio Grande do Norte, em particular nas áreas de baixa altitude, e tem representado um impedimento para a expansão desse importante suporte forrageiro, pois as murchas ocorrem no período de outubro a janeiro, quando a demanda por forragem é mais aguda no semiárido.

No entanto, após três anos de pesquisas conduzidas pela Emparn em várias regiões do estado (Apodi, Cruzeta, Pedro Avelino), com apoio do Banco do Nordeste/Fundeci/Etene, os resultados comprovaram a eficácia da irrigação como tecnologia viabilizadora da produção da palma forra-

geira no semiárido potiguar, em que tradicionalmente não eram obtidas produções em sistemas de cultivo em sequeiro.

Em uma primeira avaliação, pode parecer inapropriada a proposta de irrigação de uma cultura reconhecida como xerófita e resistente à seca, em numa região que dispõe de apenas 2 a 3% de sua área com condições de irrigação. No entanto, os altos rendimentos obtidos, da ordem de 250-300 t MV/ha/ano ou 25-30 t MS/ha/ano, com utilização mínima de água (75 mil litros/mês/ha), quantidade utilizada muitas vezes em apenas um dia nas culturas irrigadas tradicionais e a utilização de fontes alternativas de água (captação de chuva, poços de baixa vazão), apontam para um alto potencial produtivo e mostram a necessidade de continuidade das pesquisas para avaliar a sustentabilidade do sistema no tempo.

2 IMPORTÂNCIA DAS RESERVAS FORRAGEIRAS ESTRATÉGICAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Após a seca de 2012, que em muitos municípios do Estado continuou até 2017, ficou claro mais uma vez, pelo grande número de mortes de bovinos e redução significativa dos rebanhos do semiárido, que é praticamente impossível conduzir sistemas pecuários nessa região sem a formação de reservas forrageiras estratégicas.

O semiárido brasileiro representa 18% do território nacional, abrangendo 57% do território nordestino. É caracterizado por distribuição irregular das chuvas e elevada evapotranspiração, ocorrendo baixa disponibilidade de forragem, principalmente no período seco do ano. Devido à baixa capacidade de suporte dos pastos nativos e a pequena área dos estabelecimentos rurais e das pastagens cultivadas, são limitadas as alternativas para o desenvolvimento de uma pecuária com escala de produção sustentável, sem fazer uso da produção intensiva de forragens e da utilização de práticas de armazenamento.

Apesar da pecuária ser apontada como uma atividade de menor risco econômico para o semiárido nordestino, quando comparada à agricultura, os sistemas de produção animal, no caso a criação de caprinos, ovinos e bovinos, são baseados em sistemas extensivos de produção e com isso a produção de forragem diminui em quantidade e qualidade no período

seco do ano, o que tem promovido baixos índices de produtividade animal e rentabilidade econômica.

No semiárido nordestino, a pecuária tem sido apontada através dos tempos como uma das poucas atividades com potencial para viabilizar negócios rurais sustentáveis e competitivos para a agricultura familiar da região , sendo de suma importância como opção em sistemas de produção de sequeiro, devido à maior resistência à seca, quando comparada a outras atividades rurais (LIMA, 2009).

Somado ao fato das pequenas áreas supracitadas, Maciel et al. (2004) apontam que a baixa produção de forragens e pequena utilização de práticas de armazenamento são os principais problemas da exploração pecuária no semiárido.

Lima et al. (2013) apontam a falta de planejamento e de assistência técnica dos programas dos governos como responsáveis pela fragilidade do suporte forrageiro no semiárido brasileiro. Para os autores, com apenas a produção de um hectare de palma forrageira irrigada (25 t MS/ha/ano) e dois de sorgo forrageiro para produção de silagem (21 t MS/ha/ano) é possível um agricultor familiar manter 20 vacas ou 200 cabras ou ovelhas em produção, durante um período de 180 dias de seca.

Nesse cenário, a palma forrageira representa uma ferramenta da maior importância para os criadores sertanejos, por sua alta produtividade, excelente qualidade como alimento energético de alta digestibilidade, reserva hídrica para os rebanhos e alta eficiência no uso da água. Melo et al. (2003) apontam a palma forrageira como uma alternativa para região, não só em função da sua adaptabilidade, mas principalmente por representar uma fonte energética de menor custo. Vale aqui ressaltar a fundamental participação dessa forrageira na manutenção e viabilização econômica de algumas das mais importantes bacias leiteiras do Nordeste.

No Nordeste brasileiro, há registros de aproximadamente 500 mil hectares cultivados com palma forrageira (Gigante e Miúda), sobretudo nos Estados de Pernambuco, Alagoas e Paraíba (TABOSA et al., 2004; SANTOS et al., 2006). Vale ressaltar que a dimensão dessa área foi severamente reduzida nos últimos anos de seca. Na região predominam apenas três cultivares de palma forrageira, das quais duas *Opuntia* ficus indica Mill., vulgarmente conhecidas como Gigante e Redonda e uma *Nopalea cochenillifera* Salm. Dick., denominada de Miúda (MAIA NETO, 2000).

Figura 2 – Palmas forrageiras Miúda (esquerda) e Gigante (direita)

As características da palma forrageira que fundamentam sua importância como reserva forrageira estratégica para o semiárido brasileiro são a alta produtividade em fitomassa forrageira, seu papel como reserva hídrica para os rebanhos e o elevado valor como alimento energético de alta digestibilidade. No entanto, em várias localidades do semiárido essas cactáceas têm fraco desempenho em função de condições climáticas adversas e manejo inadequado.

3 IMPORTÂNCIA DA PALMA FORRAGEIRA

As cactáceas são plantas originárias do continente americano e podem ser encontradas em diversas regiões do mundo. Segundo Chiacchio et al. (2006) a FAO (Food Agriculture Organization) reconhece o potencial da palma e sua importância para contribuir com o desenvolvimento das regiões áridas e semiáridas, especialmente nos países em desenvolvimento, por meio da exploração econômica das várias espécies com bons resultados para o meio ambiente e para a segurança alimentar.

As altas produtividades obtidas com a palma forrageira vêm ao encontro da importância do cultivo dessa cactácea para o Nordeste brasileiro. Para Santos et al. (2007), a produção obtida em um hectare de palma adensada é de aproximadamente 300 toneladas de matéria verde a cada dois anos, o que permite alimentar no período de seca, 30 vacas durante 180 dias com um consumo médio diário de 50 kg de palma por vaca. O cultivo adensado é também destacado por Suassuna (2007) em Logradouro e Monteiro na Paraíba, com produções da ordem de 360 a 370 t/ha. Menezes et

al. (2005) em levantamento realizado em 50 propriedades de Pernambuco, registraram uma alta variabilidade na produtividade da palma com 1,8 t MS/ha/ano para as menos produtivas e até 17,0 t MS/ha/ano, para as mais produtivas. De Kock (2001) relata produtividades de *Opuntias* da ordem de 10 t MS/ha/ano em zonas áridas, 10-20 t MS/ha/ano em zonas semiáridas e 20-30 t MS/ha/ano em regiões sub-úmidas. Para o autor, em regiões áridas e semiáridas com pequena suplementação de irrigação, o cultivo de *Opuntias* é mais eficiente que o da alfafa. Confirmando o alto potencial produtivo da palma em sistemas irrigados e adensados, Pinos-Rodriguez et al. (2010) obtiveram em densidades de plantio de 125.000 plantas/ha e com 90 kg de N/ha/ano, rendimentos de 226,9 t MV/ha e 13,8 t MS/ha, com apenas 75 dias de crescimento. Rendimentos de até 22,7 t e 20,2 t MS/ha/dois anos são apontados por Dubeux Júnior e Santos (2005) em Pernambuco, com 600 kg de N/ha e densidade de 40.000 plantas/ha, respectivamente para as palmas Gigante e Miúda. Segundo Nobel (2001), com a utilização de irrigação existem citações de rendimentos de palmas forrageiras da ordem de 45-50 t MS/ha/ano, que podem ser apontados como um dos maiores valores que qualquer outra espécie vegetal.

Figura 3 – Alto rendimento da palma forrageira

Fonte: acervo dos autores.

Além dos efeitos do clima, a produtividade da palma forrageira é bastante influenciada pela densidade de plantio e quantidade de fertilizante utilizada. À medida que ocorre o adensamento dessa cultura a produção de palma aumenta (FARIAS et al., 1984). Esta situação, no entanto, provoca uma maior extração de nutrientes do solo, devido ao aumento no número de plantas por hectare. Lopes et al. (2007) destacam que para uma produção de 10 t MS/ha/ano de palma forrageira, registra-se uma extração da ordem de 258 e 235 kg/ha, para potássio e cálcio, respectivamente.

Outras razões pelas quais as palmas são bastante cultivadas para utilização como forragem, são a elevada digestibilidade da matéria seca (em torno de 75%) e o bom valor energético, com teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) da ordem de 65% (MENDES NETO et al., 2003). Tais características sugerem que, se plantada no adensamento de 40 mil plantas por hectare, a palma forrageira pode superar o milho na produção de energia por hectare. Essas características tornam possível a associação da palma com alimentos de baixo custo, permitindo produção de leite em níveis bastante próximos aos obtidos com alimentos de maior valor comercial. Araújo et al. (2004), pesquisando a substituição da energia do milho pela palma forrageira em vacas mestiças em lactação, concluíram que é possível tal substituição sem diminuição da produção diária de leite, nem dos níveis de gordura.

Devido ao seu elevado valor energético, as dietas formuladas com a palma podem reduzir a necessidade de maiores quantidades de concentrados. No entanto, a palma apresenta baixos conteúdos de fibra e proteína, devendo assim ser fornecida para os animais, associadas com fontes de fibra e proteína. Por outro lado, quando se fornece dieta com grandes proporções dessas forrageiras, o elevado conteúdo de água é uma característica importante no atendimento de grande parte das necessidades desse nutriente pelos animais (BISPO et al., 2007; FERREIRA et al., 2009).

A escolha da cultivar da palma forrageira a ser utilizada vai depender de sua disponibilidade para os produtores, sendo que hoje devido ao avanço da cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1896) nos campos da palma em diversos estados do Nordeste, tem-se recomendado a utilização das espécies tolerantes a esta praga, como a palma Miúda e a Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*), evitando-se o uso da palma Gigante considerada bastante sensível à cochonilha.

Figura 4 – Palma Orelha de Elefante Mexicana

Fonte: acervo dos autores.

No Semiárido brasileiro são utilizados vários espaçamentos com densidades de plantio variando de 10 a 50 mil plantas por hectare e em poucas situações até 100 mil plantas por hectare. A limitação atual para a utilização de altas densidades de plantio é o alto custo das raquetes-sementes, que atualmente custam entre R$ 0,20 a 0,40/raquete. Em geral espaçamentos de 1,5 a 2,0 m entre linhas e 10-40 cm entre plantas podem ser usados. Um sistema de plantio com densidade mais alta é recomendado para a cv. Miúda (*Nopalea*) e um menos denso para a cv. Orelha de Elefante Mexicana. Uma densidade média de 25.000 plantas por hectare pode ser obtida utilizando-se o espaçamento de 1,6 m x 0,25 m.

Outro aspecto importante na exploração da palma forrageira no semiárido é a sua função ambiental. Cada vez mais tem sido destacada a grave situação de degradação e até desertificação de várias regiões do semiárido nordestino e esta cactácea poderá representar uma importante ferramenta no combate a desertificação, na recuperação de áreas degradadas, na proteção do solo e combate à erosão e na captação de CO_2. Segundo Margolis

et al. (1985) as palmas e outras cactáceas quando plantadas como barreiras em curvas de nível, podem reter até 100 t de solo ha/ano. Para Barbera (2001), o aumento da presença da palma forrageira poderá ser uma estratégia para diminuir o acúmulo de CO_2 na atmosfera, pois segundo a autora o efeito estufa levará a uma maior expansão e produtividade da espécie. Para Parry (1990), uma plantação de palma forrageira pode funcionar como um depósito de carbono nas regiões áridas e semiáridas, em que as mudanças de clima podem ocorrer com maior frequência e mais acentuadamente, como tem sido apontado para o Semiárido nordestino.

De acordo com Galindo et al.(2005), as palmas forrageiras têm grande potencial para serem utilizadas em projetos de controle da erosão no Semiárido do Nordeste pelas seguintes razões: crescimento relativamente rápido, bom valor nutritivo da forragem, e as raquetes podem formar barreiras para retenção de solo e água, quando plantadas em altas densidades. Os autores relatam diversos estudos conduzidos com essas palmas para controle de erosão em sistemas agroflorestais em países como a Itália, Equador, Peru, México e outros países africanos.

A agricultura de sequeiro no semiárido apresenta alto risco, devido à instabilidade climática, enquanto a agricultura irrigada não é uma opção para a maioria das áreas, visto que, apenas 2 – 3% do semiárido nordestino poderiam ser contemplados com a irrigação (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010).

Em função dessas limitações, a presente pesquisa procurou avaliar a utilização da irrigação em cultivos adensados de palma forrageira, com utilização mínima de água em sistema de gotejamento, objetivando testar a viabilidade da utilização da água dos poços de baixa vazão e açudes, além da captação da água de chuva no sistema calçadão/cisterna. Foram conduzidos ensaios de avaliação de densidades de plantio, adubação química e orgânica, intensidades de corte, lâminas e frequências de irrigação, entre outros.

4 RESULTADOS DE PESQUISA DA EMPARN

4.1 Efeito da intensidade de corte sobre as características morfológicas e a produção de matéria verde e seca da palma forrageira Gigante

Objetivo: avaliar o efeito de diferentes intensidades de corte sobre as características morfológicas e produção de matéria verde e seca da palma forrageira Gigante, com 12 meses de rebrota.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Terras Secas (Pedro Avelino/RN), pertencente à Emparn. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e 12 repetições. Foram testadas três intensidades de corte: deixando somente a raquete mãe, todas as primárias e todas as secundárias. O plantio foi feito utilizando cladódios da palma Gigante. Os mesmos foram deixados à sombra durante cinco dias e, posteriormente, foi realizado o plantio no espaçamento 2,0 x 0,10 m (50.000 plantas/ ha), colocando-se um cladódio verticalmente a uma profundidade suficiente para que metade deste ficasse enterrada. No momento do plantio foi utilizada em todos os tratamentos adubação orgânica de 40 t de esterco/ha/ano, 50 g/m de ureia e 500 kg ha/ ano de superfosfato simples. A lâmina de água aplicada foi de cinco litros por metro (2,5 mm) a cada sete dias, ou 10 mm por mês. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento em fileiras simples. Os dados foram submetidos à análise de variância, onde as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste t, a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 são apresentados os dados de número de cladódios por planta, comprimento, largura, perímetro, espessura dos cladódios, área de cladódio (AC), índice de área de cladódio (IAC), produção de material verde (PMV) e produção de matéria seca (PMS) da palma forrageira Gigante aos 12 meses de rebrota. Foi observado efeito significativo ($P<0,05$) sobre o número de cladódios por planta, comprimento, largura e perímetro

dos cladódios, AC, IAC, PMV e PMS em função das intensidades de corte. Foram observados maiores quantidades de cladódios por planta, maior comprimento, largura e perímetro dos cladódios, AC e IAC, no tratamento preservando até os cladódios secundários quando comparado às intensidades de corte deixando somente a raquete mãe ou todos os cladódios primários. Não houve diferença significativa entre as intensidades de corte para a espessura apresentando valor médio de 15,81 mm.

As produções de matéria verde (MV) e seca (MS) variaram conforme as intensidades de corte. As maiores produções de MV e MS foram obtidas quando da preservação dos cladódios secundários (180,71 t/ha/ano de MV e 19,64 t/ha/ano de MS), enquanto na preservação dos cladódios primários, a produção de MV e MS foi respectivamente de 128,19 t/ha/ano e 14,83 t ha/ano. As menores produções de MV e MS ocorreram quando a intensidade de corte foi deixado somente a raquete mãe, que foi de 75,11 t/ha/ano e 8,62 t/ha/ano, respectivamente. O manejo correto de corte para a palma Gigante aos 12 meses de rebrota deve ser de forma que maximize a ação fotossintética e produza maior quantidade de forragem a ser fornecida para os animais. Assim, o corte da palma, deixando todos os cladódios secundários, favorece uma maior eficiência fotossintética e, consequentemente, maior produção de forragem.

Tabela 2 – Características morfológicas da palma Gigante e produção de matéria verde e seca de acordo com a intensidade de corte com idade de 12 meses de rebrota

Variáveis	Deixando somente a raquete mãe	Primária	Secundária	CV (%)
Nº de cladódios/planta	7,42 c	12,22 b	17,24 a	11,56
Perímetro (cm)	75,75 c	83,56 b	90,74 a	8,42
Comprimento (cm)	33,03 c	36,72 b	39,92 a	28,74
Largura (cm)	16,33 c	18,97 b	21,26 a	9,72
Espessura (mm)	14,53 a	15,97 a	16,94 a	25,47
Área de Cladódio (cm^2)	460,01 c	529,20 b	592,85 a	11,80
Índice de área de cladódio	0,23 c	0,26 b	0,30 a	11,56
Produção de matéria verde (t/ha)	75,11 c	128,19 b	180,71 a	7,85
Produção de matéria seca (t/ha)	8,62 c	14,83 b	19,64 a	15,31

Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste t (P>0,05).

Conclusões

Conclui-se que a melhor intensidade de corte foi quando da preservação de todos os cladódios secundários, visto que proporcionou maior número de cladódios por planta e maiores produções de matéria verde e seca para a palma Gigante aos 12 meses de rebrota.

4.2 Efeito da intensidade de corte sobre as características morfológicas e a produção de matéria verde e seca da palma forrageira Miúda

Objetivo: avaliar o efeito de diferentes intensidades de corte sobre as características morfológicas e a produção de matéria verde e seca da palma forrageira Miúda, com 12 meses de rebrota.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Terras Secas (Pedro Avelino/RN), pertencente à Emparn. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e 12 repetições. Foram testadas três intensidades de corte: deixando somente a raquete mãe, todas as primárias e todas as secundárias. O plantio foi feito utilizando cladódios da palma Miúda. Os mesmos foram deixados à sombra durante cinco dias e, posteriormente, foi realizado o plantio no espaçamento 2,0 x 0,10 m (50.000 plantas/ ha), colocando-se um cladódio verticalmente a uma profundidade suficiente para que metade deste ficasse enterrada. No momento do plantio foi utilizada em todos os tratamentos adubação orgânica de 40 t de esterco/ha/ano, 50 g/m de ureia e 500 kg/ha/ano de superfosfato simples. A lâmina de água aplicada foi de cinco litros por metro (2,5 mm) a cada sete dias, ou 10 mm por mês. O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento em fileiras simples. Os dados foram submetidos à análise de variância, em que as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste t, a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

A análise de variância revelou diferença significativa para número de cladódios por planta, apresentando maior valor (37,14 cladódios) quando da

preservação de todos os cladódios secundários, valor intermediário (22,44 cladódios) quando da preservação dos cladódios primários e menor quantidade (16,78 cladódios) quando do corte, deixando somente a raquete mãe. Não houve diferença significativa entre as intensidades de corte para perímetro e comprimento dos cladódios, AC e IAC, apresentando valores médios de 51,83 cm, 23,18 cm, 247,99 cm^2 e 0,13 respectivamente. A largura e espessura foram influenciadas ($P<0,05$) pelas intensidades de corte. A preservação dos cladódios primários e secundários apresentou maiores larguras do que quando deixado somente a raquete mãe. A preservação dos cladódios secundários apresentou maior espessura que a intensidade de corte, deixando somente a raquete mãe e sendo semelhante à preservação dos cladódios primários.

Houve diferença significativa ($P<0,05$) para produção de matéria verde (MV) e matéria seca (MS). A preservação dos cladódios secundários apresentou maior produtividade de MV (227,67 t/ha/ano) e MS (23,04 t/ha/ano), quando comparado à preservação dos cladódios primários, que apresentaram produções de MV de 173,11 t/ha/ano e MS de 17,75 t/ ha/ano. As menores produções de MV (95,09 t/ha/ano) e MS (11,03 t/há/ano) ocorreram quando do corte, deixando somente a raquete mãe. O que comprova uma maior eficiência fotossintética, quando se preservam todos os cladódios secundários e, consequentemente, maiores produtividades.

Tabela 3 – Características morfológicas da palma Miúda e produção de matéria verde e seca de acordo com a intensidade de corte com idade de 12 meses de rebrota

Variáveis	Deixando somente a raquete mãe	Primária	Secundária	CV (%)
Nº de cladódios/planta	16,78 c	22,44 b	37,14 a	10,23
Perímetro (cm)	50,97 a	52,11a	52,42 a	7,91
Comprimento (cm)	22,50 a	23,50 a	23,53 a	9,66
Largura (cm)	10,69 b	11,61 a	12,39 a	6,70
Espessura (mm)	10,44 b	11,86 ab	13,36 a	19,49
Área de Cladódio (cm^2)	240,35 a	250,45 a	253,16 a	14,65
Índice de área de cladódio	0,12 a	0,13 a	0,13 a	15,12
Produção de matéria verde (t/ha)	95,09 c	173,11 b	227,67 a	4,89
Produção de matéria seca (t/ha)	11,03 c	17,75 b	23,04 a	8,15

Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem pelo teste t ($P>0,05$).

Conclusões

Conclui-se que a intensidade de corte deixando todos os cladódios secundários foi superior para número de cladódios por planta e para as produções de MV e MS, recomendando-se o corte da palma Miúda com 12 meses de rebrota a preservação de todos os cladódios secundários, em condições semelhantes às avaliadas na pesquisa.

4.3 Morfologia e rendimento de biomassa da palma Miúda irrigada sob doses de adubação orgânica e intensidades de corte

Para produção de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) da palma Miúda não houve significância da interação doses de adubação orgânica x intensidades de cortes. Nas doses de 20, 40 e 60 t/ ha/ano de esterco bovino as produções de MV da palma forrageira diferiram entre as intensidades de corte (Tabela 4). Tanto na dose 20 como 60 t/ ha/ano de esterco, as produções de MV foram maiores quando a intensidade de corte foi deixando todos os cladódios secundários, valores intermediários quando deixado todos os cladódios primários e menores produções de MV foram observadas quando deixado somente o cladódio mãe. Enquanto na dose de 40 t/ha/ano de esterco a produção de MV foi maior quando preservados todos os cladódios secundários, em relação às intensidades de corte quando deixando todos os cladódios primários e cladódio mãe.

Tabela 4 – Produção de matéria verde (t/ha) da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino

Intensidade de corte	Doses de adubação orgânica com esterco bovino (t/ ha/ano)			Média
	20	40	60	
Preservando o cladódio mãe	92,67 c	130,58 b	91,33 c	104,86 c
Preservando cladódios primários	152,33 b	160,75 b	125,08 b	146,05 b
Preservando cladódios secundários	254,58 a	291,42 a	215,42 a	253,80 a
Média	166,53	194,25	143,94	
Coeficiente de variação (%)	5,94			
	Equações			r^2
Preservando o cladódio mãe	$Y= - 22,4 + 7,682x – 0,096x^2$**			0,6
Preservando cladódios primários	$Y= 99,82 + 3,727x – 0,055x^2$**			0,7
Preservando cladódios secundários	$Y= 104,9 + 10,30x – 0,141x^2$**			0,7

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

r^2 – coeficiente de determinação; **significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Houve efeito quadrático (P<0,01) da adubação orgânica para produção de MV, quando das diferentes intensidades de corte. Ao corte no cladódio mãe, o valor máximo de produção de MV foi de 131,28 t/ha com adição de 40,01 t/ha/ano de esterco bovino. Enquanto no corte preservando todos os cladódios primários a produção máxima de MV foi de 161,96 t/ha com adição de 40,01 t/ha/ano de esterco bovino. Já para a intensidade de corte deixando todos os cladódios secundários a produção máxima de MV (293,00 t/ha) foi obtida com aplicação de 36,52 t/ha/ano de esterco bovino.

Nas diferentes doses de esterco bovino as produções de matéria seca (MS) da palma forrageira diferiram entre as intensidades de corte (Tabela 5). Na dose 20 t/ha/ano de esterco, a produção de MS foi maior quando a intensidade de corte foi deixando todos os cladódios secundários, valor intermediário quando deixado todos os cladódios primários e menor produção de MS quando deixado somente o cladódio mãe. Enquanto nas doses de 40 e 60 t/ ha/ano de esterco as produções de MS foram maiores quando preservados todos os cladódios secundários, em relação às intensidades de corte quando deixando todos os cladódios primários e cladódio mãe. Verificou-se efeito quadrático (P<0,01) da adubação orgânica para produção de MS, nas diferentes intensidades de corte. Quando o corte foi

no cladódio mãe o valor máximo de produção de MS foi de 16,06 t/ha com adição de 41,27 t/ha/ano de esterco bovino. Para o corte preservando todos os cladódios primários a produção máxima de MS foi de 17,87 t/ha com adição de 38,70 t/ha/ano de esterco bovino. Enquanto na intensidade de corte deixando todos os cladódios secundários foi obtida produção máxima de MS de 30,47 t/ ha com aplicação de 37,47 t/ha/ano de esterco bovino.

Tabela 5 – Produção de matéria seca (t/ha) da palma forrageira Miúda aos 12 meses de rebrota, em função de diferentes intensidades de corte e doses de adubação orgânica com esterco bovino

Intensidade de corte	Doses de adubação orgânica com esterco bovino (Mg ha^{-1} ano^{-1})			Média
	20	40	60	
Preservando o cladódio mãe	10,94 c	15,42 b	10,78 b	12,38 b
Preservando cladódios primários	15,83 b	16,70 b	12,99 b	15,18 b
Preservando cladódios secundários	25,99 a	29,75 a	21,99 a	25,91[a]
Média	17,59	20,63	15,26	
Coeficiente de variação (%)		10,70		
		Equações		r^2
Preservando o cladódio mãe		$Y= - 2,68 + 0,908x – 0,011x^2$**		0,6
Preservando cladódios primários		$Y= 10,38 + 0,387x – 0,005x^2$**		0,7
Preservando cladódios secundários		$Y= 10,71 + 1,052x – 0,014x^2$**		0,7

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

r^2 – coeficiente de determinação; **significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

A adubação orgânica afetou a altura, o número de cladódios por planta, o índice de área de cladódio, a área de cladódio, a produção de matéria verde e seca, quando da preservação dos cladódios mãe, primários e secundários. As características morfológicas e de produção de matéria verde e seca foram afetadas pelas intensidades de corte. A maior produção de matéria seca (30,47 t/ha/ano) foi obtida quando a intensidade de corte foi conservando todos os cladódios secundários e com aplicação máxima de 37,5 t/ ha/ano de esterco bovino.

Vale aqui destacar não apenas o alto rendimento de forragem obtido com valores superiores a 30 t MS/ha/ano, dificilmente alcançado pela maioria das forrageiras tradicionalmente cultivadas no Nordeste semiárido, a qualidade da forragem com potencial para substituição do milho,

a pequena quantidade de água utilizada na irrigação e, principalmente, a baixa qualidade dessa água classificada como $C_4S_1T_3$ de alta salinidade e toxicidade.

Torna-se, no entanto, importante destacar que esses são resultados preliminares, mas já com três anos de condução e mesmo considerados positivos não podem ser generalizados como recomendação para a irrigação da palma forrageira com água salina. Os resultados são importantes porque grande parte da literatura sobre a palma forrageira aponta a cultura como sensível à salinidade e com severas reduções de produção quando da utilização de irrigação com água salina. Nesse caso particular, acredita-se que a menor sensibilidade da palma à salinidade pode estar relacionada à boa drenagem, ao teor de areia e à profundidade do solo na área experimental.

4.3 O sistema Calçadão & Cisterna na irrigação da palma forrageira

O projeto também contemplou a avaliação de uma adaptação do sistema calçadão/cisterna, desenvolvido pela Diaconia (2008) e apoiado pelo MDS – Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. O sistema original utiliza um calçadão cimentado construído ao nível do solo, com 210 m² como área de captação da água de chuva, que escorre e é armazenada em uma cisterna com capacidade para 52 mil litros. Essa água é utilizada para produzir alimentos por meio de irrigação localizada de fruteiras e hortaliças, além de água para criação de pequenos e médios animais.

Na adaptação da Emparn, foi testado o potencial da cisterna de 52 mil litros para irrigação por sistema de gotejamento em fileiras simples, de uma área de 0,20 ha de palma adensada. As primeiras avaliações da unidade demonstrativa implantada na Estação Experimental de Cruzeta indicam que a quantidade de água armazenada foi insuficiente para garantir boa produtividade do palmal durante todo o período seco.

Em função desses resultados preliminares, as novas pesquisas devem incluir a avaliação de uma ampliação do sistema para um calçadão de 300 m² e uma cisterna de 75 mil litros, o que permitiria a disponibilização de 15 mil litros/ mês durante cinco meses de seca.

Figura 5 – Sistema calçadão e cisterna para irrigação de 0,2 ha de palma adensada

Fonte: acervo dos autores.

4.4 Rendimentos dos ensaios com palma forrageira irrigada

Nos ensaios da EMPARN desenvolvidos na Estação Experimental de Terras Secas, em Pedro Avelino – RN, não houve grandes diferenças entre os rendimentos das palmas Miúda ou Doce e Gigante, plantadas no espaçamento 2,0 m x 0,10 m (50.000 plantas/ha) e irrigadas por gotejamento em fileiras simples com uma lâmina de 10 mm por mês no período seco. Após um corte de uniformização aos 18 meses de idade, foram efetuados dois cortes com intervalos de 12 meses com rendimentos médios de 250 t de matéria verde/ano (27 t MS/ha/ano) para a palma Gigante e 240 t/ano para a palma Miúda ou Doce (25 t MS/ha/ano).

Essas informações são importantes visto que muitos produtores, mesmo sabendo que a palma Gigante é sensível à cochonilha do carmim e sofre grandes perdas com a chegada da praga, continuam resistentes a substituí-

-la pela palma Miúda ou pela palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw.), também tolerante à praga.

Sobre a produtividade da palma forrageira irrigada em solos e condições ambientais adversas, a EMPARN testou diversas densidades de plantio em solos Luvissolos crômicos vérticos (Bruno não cálcicos) bastante rasos e pedregosos na Estação Experimental de Cruzeta. Mesmo nessas condições, em plantios com densidades médias de 60 mil plantas/ha foram obtidos rendimentos de 150 t MV e 24 t MS para a palma Miúda e 177 t MV e 20 t MS para a palma Gigante, no corte aos 24 meses após o estabelecimento.

Em Apodi, sistemas irrigados com densidade de 50 mil plantas por hectare, com adubação orgânica e química, resultaram em rendimentos médios de 500 t MV/ha para a palma Gigante e 400 t MV/ha para a palma Miúda, em cortes com 24 meses.

Tradicionalmente a palma forrageira sempre foi manejada em sequeiro com a realização do primeiro corte aos dois anos após o plantio e realização de cortes subsequentes a cada dois anos. Com a utilização da irrigação e da adubação orgânica e química e manejo com baixa intensidade de corte, pode-se realizar o primeiro corte aos 12 meses e os cortes subsequentes de acordo com a necessidade de forragem. Como a maioria dos produtores não proporciona as condições ideais de manejo e fertilização aos campos de palma, mesmo com a irrigação seria prudente realizar o primeiro corte entre 18 e 24 meses, para consolidar o estabelecimento do palmal e a partir daí realizar cortes anuais.

De uma forma geral, as pesquisas desenvolvidas pela EMPARN com a palma irrigada e adensada com densidades de 50 mil plantas por hectare obtiveram produtividades médias da ordem de 250 a 350 t MV/ha em cortes com frequência anual. Os rendimentos de matéria seca são variáveis e dependentes da concentração de matéria seca. Como no período seco a umidade relativa é muito baixa, mesmo com a irrigação as palmas ainda sofrem alguma murcha e as concentrações de matéria seca aos 12 meses ficam próximas e em algumas ocasiões podem ultrapassar 10%. Mas cabe aqui uma advertência aos produtores que praticam frequências de corte com seis meses, pois eles podem reduzir a concentração de matéria seca a níveis de 5%, o que significaria reduzir a produtividade de forragem quase à metade.

Vale também ressaltar que essas foram as produtividades obtidas pela EMPARN em seus experimentos, o que não quer dizer que produtividades maiores não possam ser obtidas. Alguns técnicos têm recomendado densi-

dades de 100 mil a 200 mil plantas/ha e níveis de adubação bastante altos. O que os produtores têm que levar em conta é a relação custo/benefício, lembrando que o custo de 100 mil raquetes no Rio Grande do Norte é hoje da ordem de R$ 20 a 30 mil reais e os custos de adubação são também bastante elevados. No entanto, também é verdadeiro que o plantio dos campos pode ser feito de forma parcelada, comprando parte das raquetes-sementes e utilizando as raquetes produzidas na própria fazenda a partir do primeiro ano de cultivo.

Apesar dos plantios adensados estarem muito difundidos, é preciso alertar que os cultivos com menor adensamento podem não ser incorretos, pois a captura de luz pode não estar sendo ótima, mas outros fatores podem ser mais limitantes, determinando assim o espaçamento, por exemplo, a disponibilidade de água ou de nutrientes (SAMPAIO, 2005), além do alto custo das raquetes sementes.

Uma sugestão aos extensionistas e técnicos é realizar o planejamento forrageiro dos estabelecimentos em conjunto com os produtores e definir que nível de intensificação pode ser empregado no palmal, de acordo com as necessidades de investimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos conduzidos no Rio Grande do Norte com a palma forrageira irrigada e adensada, utilizando uma densidade de 50 mil plantas por hectare, alcançaram rendimentos médios de 25 a 30 t MS/ha/ano, suficientes para garantir a oferta de 50 kg de palma por dia a 30 vacas durante um período de seis meses de seca, proporcionando os requerimentos de cerca de 50% das demandas de água e nutrientes desses animais.

Entre os principais resultados da pesquisa destacam-se a validação de um sistema de produção irrigado e adensado da palma forrageira compatível com a realidade socioeconômica e ambiental da região semiárida potiguar, além da produção dessa forrageira em locais onde ela nunca prosperou adequadamente em regime de sequeiro. Espera-se ainda que os resultados da pesquisa atestem a sustentabilidade do sistema de produção em avaliação, garantindo a manutenção de altas produtividades por longos períodos de exploração. Atualmente, os esforços da Emparn, do Banco do Nordeste e do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) estão voltados para a validação da tecnologia em meio real e estudos de viabilidade

econômica para definição de linhas de crédito capazes de permitir a sua apropriação pelos produtores do Estado.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste do Brasil pela cooperação técnica e financeira firmada por meio do Convênio "Avaliação de sistemas de produção de palma forrageira irrigada e adensada no Rio Grande do Norte" com recursos do Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNDECI/ETENE/ Banco do Nordeste.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. R. B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H. A. et al. Substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1.850-1.857, 2004.

BARBERA, G. História e importância econômica e agroecológica. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Roma: FAO/Sebrae/PB, 2001. p.1-11.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1.902-1.909, 2007.

CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 39-49, 2006.

DE KOCK, G. C. The use of *Opuntia* as a fodder source in arid areas of southern Africa. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ (Org.). S. **Cactus (*Opuntia spp.*) as forage**. Rome: FAO, 2001. p: 101-106.

DIACONIA. **Convivendo com o semiárido**: construção da cisterna calçadão 52.000 litros. Série Compartilhando Experiências, 5. Recife: Diaconia, 2008.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.) **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária-UFPE, 2005, p. 105-128.

DUBEX JUNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A. et al. Productivity of *Opuntia fícus-indica* (L) Miller under different N and P fertilizations and plant population in North east Brazil. **Journal of Arid Enviroments**, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA 20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas**. 6.ed. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2004.

FARIAS, I.; FERNANDES, A. P. M.; LIMA, M. A. et al. **Cultivo de palma forrageira em Pernambuco**. Instruções Técnicas, 21. Recife: IPA, 1984.

FARIAS, I.; SANTOS, D. C.; DUBEUX JR., J. C. B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: : MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V.S.B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil**: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. UFPE, 2005.

FERREIRA, M. A. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 322-329, 2009.

GALINDO, I. C. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Uso da palma forrageira na conservação dos solos. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife, PE: Ed. Universitária UFPE. 2005. p. 163-176.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário. 2006. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br.> Acesso em: 20 jan. 15.

LIMA, G. F. C. **Reservas estratégicas de forragem de boa qualidade para bovinos leiteiros**. In: BRITO, A. S.; NOBRE, F. V.; FONSECA, J. R. R. (Org.). **Bovinocultura leiteira**: informações técnicas e de gestão. Natal: Sebrae/RN, 2009. p. 11-36.

LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; AGUIAR, E. M. et al. **Reservas forrageiras estratégicas para a pecuária familiar no semiárido**: palma, fenos e silagem. Série Circuito de Tecnologias Adaptadas para a Agricultura Familiar, 8. Natal: Emparn, 2010.

LIMA, G. F. C.; RÊGO, M. M. T; SILVA, J. G. M. et. al. Situación actual de las técnicas de producción de nopal forrajero en Brasil: avances y limitaciones. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C. (Ed.). SIMPOSIO INTERNACIONAL TUNA NOPAL 2013. Puebla-México: Sagarpa, 2013. **Anais...**, Puebla, 2013. p. 94-105.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR., J. C. B. et al. **Meio século de pesquisa com a palma forrageira (Opuntia e Nopalea)** – ênfase em manejo. Disponível em: < http:// www.abz.org.br/anais-zootec-2006.html.> Acesso em: 15 jan. 15.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. Cultivo da palma forrageira. In: LOPES, E.B. (ed.) **Palma forrageira**: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino. João Pessoa: Emepa-PB, Faepa, 2007. p. 11-33.

MACIEL, F. C.; LIMA, G. F. C.; GUEDES, F. X.; et al. Silo de superfície – Segurança alimentar dos rebanhos na seca. In: **Armazenamento de forragens para agricultura familiar**. Natal: Emparn, 2004. p. 24-27.

MAIA NETO, A. L. **Cultivo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* fícus-indica Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm Dick) para produção de leite no semiárido nordestino.** Monografia. Salvador: Universidade Federal da Bahia/Escola de Medicina Veterinária/Departamento de Produção Animal, 2000.

MARGOLIS, E.; SILVA, A. B.; JACQUES, F. O. Determinação dos fatores da equação universal da perda de solo para as condições de Caruaru (PE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 9, p. 165-169, 1985.

MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A; VERAS, A. S. C. et al. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Digestibilidade. **Acta Scientartiarum. Animal Science**, v. 25, n. 2, p. 339-345, 2003.

MENDES NETO, J.; VALADARES FILHO, S. C.; FERREIRA, M. A. et al. Determinação do NDT da palma forrageira (*Opuntia* ficus-indica Mill cv. Gigante). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003. Santa Maria, RS. **Anais...**, Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.

MENEZES, R.S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. et al. Produtividade da palma em propriedades rurais. In: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B (Ed.) **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária - UFPE, 2005, p. 129-141.

NOBEL, P. S**. Biologia ambiental.** In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (Ed.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Roma: FAO/Sebrae/PB. 2001. p. 36-48.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P. et al. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, v. 5, n. 4, p. 27-37, 2010.

PARRY, M. **Climatic change and world agriculture**. Earthscan Publications, London, 1990.

PIMIENTA-BARRIOS, E.; ZAÑUDO, J. YEPEZ, E. et al. Seasonal variation of net CO_2 uptake for cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) and pitayo (*Stenocereus queretaroensis*) in semi-arid environment. **Journal of Arid Environments**, v. 44, p. 73-83, 2000.

PINOS-RODRIGUEZ, J. M.; VELAZQUEZ, J. C.; GONZÁLEZ, S. S. et al. Effects of cladode age on biomass yield and nutritional value of intensively produced spineless cactus for ruminants. **South African Journal of Animal Science**, v. 40, n. 3, p. 245-250, 2010.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES, L. T. G. **Normais climatológicas do Brasil – 1961-1990**. Brasília, DF: Inemet, 2009.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds). **A palma no Nordeste do Brasil conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 2.ed. Recife: Editora universitária da UFPE, 2005. p.43-63.;

_____. (eds). A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 2.ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 43-63.

_____. Fisiologia da palma forrageira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALMA E OUTRAS CACTÁCEAS, 2., 2011, Garanhuns. **Anais**... Garanhuns: UFRPE, 2011. CD-ROM.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco.** Documento, 30. Recife: IPA, 2006.

SANTOS, D. C.; ARAÚJO, L. F.; LOPES, E. B. et al. Uso e aplicações da palma forrageira. In: LOPES, E.B. (ed.) **Palma forrageira**: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino. João Pessoa: Emepa-PB, Faepa, 2007. p. 56-88.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; BURITY, H. A. et al. Número, dimensões e composição química de artículos de palma forrageira (*Opuntia* fícus-indica Mill) cv. Gigante de diferentes ordens. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.7 (especial), p. 69-79, 1990.

SNYMAN, H. A. A case study on in situ rooting profiles and water-use efficiency of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *O.robusta*. **J. PACD,** South Africa, p. 1-21, 2005.

SNYMAN, H. A. Cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* and their water utilization. Grassroots: **Newsletter of the Grassland Society of Southern Africa**. v. 7, n. 4, p. 41-48, 2007.

SUASSUNA, P. **Produtividade da cultura da palma forrageira na Paraíba.** Disponível em: < www.joaosuassuna.hpg.ig.com.br/sistprod.htm-5k-> Acesso em: 24 jan. 2015.

TABOSA, J. N.; SIMPLÍCIO, J. B.; TAVARES FILHO, J. J. et al. Enriched forage cactus meal to free ruminants. In: CONGRESSO NACIONAL, 10 y CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE CONOICIMENTO Y APROVEITAMENTO DEL NOPAL Y OTRAS CACTÁCEAS DE VALOR ECONÔMICO, 8., 2004. Chapingo, Estado do México, **Anais...**, Chapingo, 2004, CD-ROM.

TURNER, N. C. Agronomic options for improving rainfall-use efficiency of crops in dryland farming systems. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 407, p. 2.413-2.425, 2004.

Capítulo 2

Melhoramento genético da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica Mill* e *Nopalea cochenillifera Salm-Dyck*)

Djalma Cordeiro dos Santos
Mário de Andrade Lira *(In memoriam)*
Maria da Conceição Silva
Vanda Lúcia Arcanjo Pereira

1 INTRODUÇÃO

A palma forrageira, nas últimas décadas, se tornou componente de grande importância na dieta dos ruminantes do Semiárido nordestino, bem como, uma excelente fonte de água para esses animais, notadamente, no período mais seco do ano. Esta cactácea tem sido muito cultivada nas áreas onde se localizam as bacias leiteiras dos Estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba, Sergipe e Bahia, por apresentar características morfofisiológicas que conferem adaptação à tais condições ambientais, a exemplo de altitude, temperatura e umidade relativa noturna. A praga cochonilha de escamas (Diaspis echnocacti) provocou no início da década de sessenta, impacto semelhante ao causado nos últimos anos pela cochonilha do carmim (Dactylopius opuntiae), tendo como conseqüência grandes prejuízos. A situação

tornou-se mais grave pelo fato do baixo número de variedades cultivadas no Nordeste, praticamente duas, a "Gigante" (Opuntia ficus-indica Mill) e a "Miúda" (Nopalea cochenillifera Salm-Dick). Variedades como a "Redonda", o "Clone IPA-20" e a "Língua de vaca" também são cultivadas, mas de forma pouco expressivas, quando se leva em consideração as áreas ocupadas.

Na busca por genótipos superiores em produtividade, o Instituto Agronômico de Pernambuco/IPA iniciou na década de oitenta um programa de melhoramento para esta forrageira, tendo inclusive, obtido o Clone IPA-20, que se mostrou superior à Gigante, que era até então a cultivar mais produtiva. Contudo, desde que a D. opuntia tornou-se praga, o foco do programa tem sido a seleção de clones resistentes à cochonilha do carmim. O IPA iniciou processo seletivo no ano 2000 e a partir do ano 2005 contou com o financiamento do Banco do Nordeste do Brasil/BNB. De uma população de 1000 genótipos, foram identificados oito resistentes e três semiresistentes.

A obtenção de novos genótipos pelo IPA tem sido realizada por meio de três métodos de melhoramento de plantas: I. Introdução de genótipos; II. Cruzamentos e III. Autofecundação, sendo as duas últimas, ações contínuas do Programa de Melhoramento de palma do IPA/Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE.

A recomendação e disponibilização de novos genótipos de palma de elevada produtividade e adaptados as condições ambientais/fitossanitárias do Nordeste brasileiro têm sido a estratégia mais econômica encontrada pelo IPA e UFRPE para viabilizar o cultivo desta cactácea nas áreas acometidas por determinadas pragas e/ou doenças que já causaram grandes estragos nas últimas décadas.

2 METODOLOGIAS E RESULTADOS

O IPA possui, atualmente, o maior BAG/Banco Ativo de Germoplasma de palma do Brasil, com cerca de 400 acessos. O BAG tem sido utilizado para conservação, utilização e geração de novos genótipos, visando identificar fontes de variações genéticas para o Programa de Melhoramento desta cactácea no Semiárido brasileiro. Sucintamente, a descrição de cada método utilizado é a seguinte: I. Introdução de genótipos - Introdução de genótipos provenientes de outras instituições de pesquisa ou de genótipos com fenótipos diferenciados encontrados em áreas pertencentes a produtores

locais; II. Cruzamentos (Dirigidos ou Polinização Livre) – Os cruzamentos dirigidos são realizados artificialmente, no qual se faz a emasculação da flor (Figura 1), proteção da mesma e quando o estigma apresenta-se receptivo (Figura 2), se faz a polinização, utilizando o pólen do genótipo que se deseja cruzar, enquanto que o cruzamento obtido pela polinização livre ocorre naturalmente. Nesta última forma de cruzamento, quando ocorre em ambiente aberto com um grande número de genótipos, só é possível identificar o progenitor feminino. Cruzamentos naturais podem ser mais frequentes em áreas onde se encontram plantadas mais de uma cultivar de palma, nas quais, os insetos e o vento como os principais polinizadores. III. Autofecundação – Quando o cruzamento se dá por polinização livre de um clone isolado equivale à autofecundação que também gera segregação e oportunidade de seleção.

Vale salientar que, a floração da palma no Semiárido do Brasil concentra-se no período da primavera/outono, contudo, fatores como espécie e práticas de manejo (adubação, tratos culturais e disponibilidade de água) influenciam seu florescimento, podendo algumas espécies florescer durante quase todo o ano. As flores da palma são hermafroditas e de colorações bem vivas, fato que favorece a visibilidade das mesmas pelos insetos.

Figura 1 – Emasculação da flor em palma.

Fonte: acervo dos autores.

Figura 2 – Estigma de palma receptivo a polinização.

Fonte: acervo dos autores.

Em um mesmo fruto de palma é possível obter sementes provenientes de apomixia ou reprodução assexuada e sementes provenientes de hibridação ou reprodução sexuada (MONDRAGÓN-JACOBO; PIMIENTA-BARRIOS, 2001).

Durante décadas, o IPA concentrou suas pesquisas na busca por genótipos de palma de alta produtividade, mas na última década as ações foram direcionadas na busca por genótipos resistentes à cochonilha do carmim/praga. Nesta linha de pesquisa, outras pesquisas estão em andamento com o objetivo de identificar novas fontes de resistência a pragas e doenças, destacando fusariose como uma das mais preocupantes no momento.

A seleção de genótipos resistentes à cochonilha do carmim foi iniciada quando pesquisadores do IPA observaram que genótipos de palma apresentavam comportamentos diferentes quanto ao nível de infestação deste inseto. A seleção foi realizada a partir do ano 2000 na Estação Experimental do IPA em Sertânia/PE, em uma área com alto grau de ocorrência da praga. Foram avaliados 1000 genótipos de palma, sendo alguns gerados pelo próprio IPA, outros introduzidos da Universidade de Chapingo no México e dos Estados Unidos

da América. Vale mencionar que os genótipos provenientes dos EUA foram introduzidos via Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa.

Após o processo seletivo baseado em observações visuais e identificação de clones de palma resistentes à cochonilha do carmim, competições foram implantadas em Sertânia, Arcoverde e Serra Talhada para avaliação do comportamento produtivo dos mesmos conforme etapas descritas no Programa de Melhoramento de palma do IPA (SANTOS et al., 2005). Essas etapas/fases fazem parte do esquema básico do referido Programa de Melhoramento, as quais, geralmente, são executadas em nove anos, sendo este o tempo necessário para a liberação de um clone de palma. Assim, o processo tem início com a introdução de genótipos ou cruzamentos, em seguida, a realização dos testes preliminares, competições, até a multiplicação dos pré-selecionados, avaliações agronômicas e zootécnicas para só então ocorrer à liberação do (s) genótipos em estudo.

A competição de clones de palma executada na Estação Experimental de Sertânia avaliou sete clones de palma resistentes à cochonilha do carmim (F13, F15, Orelha de Elefante Mexicana/O.E.M., Orelha de Elefante Africana/O.E.A., Orelha de Onça, IPA-Sertânia e Miúda), quatro semi-resistentes (F8, F21, F24, Algerian e uma suscetível (Gigante). A F13 com nº IPA-200013 e a Algerian com nº IPA-200207 são Opuntia sp., a F15 é Opuntia lorreyi F.A.C. com nº IPA-200015, a Orelha de Elefante Mexicana é Opuntia stricta (Haw.) Haw. com nº IPA-200016, a Orelha de Elefante Africana é Opuntia undulata Griffiths com nº IPA-200174, a F8 com nº IPA-200008 e a F24 com nº IPA-200024 são Opuntia atropes Rose, a Gigante com nº IPA-100001 é Opuntia fícus-indica e as demais são Nopalea cochenillifera (Miúda com nº IPA-100004, IPA-Sertânia com nº IPA-200205, Orelha de Onça com nº IPA-200206 e F21 com nº IPA-200021).

O solo experimental recebeu fertilizante orgânico na dosagem de 20 t/ha e químico de 500 kg da fórmula 20-10-20 para NPK no período de implantação (primeiro trimestre de 2006). O plantio foi realizado utilizando um cladódio/cova no espaçamento no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, em parcelas de 16 m2 (4 m x 4 m) com área útil da parcela 6 m2 (3 m x 2 m).

Avaliou-se a produção de matéria seca (PMS), teor de matéria seca (MS), altura de planta (AP), nº de artículos/planta (NAP) e índice de sobrevivência (IS) quando a palma atingiu dois anos de crescimento. A PMS foi estimada, utilizando a produção de matéria verde/planta multiplicada pela porcentagem de matéria seca a 65ºC, em função da densidade de plantas/ha

(espaçamento). A altura de planta por meio de medições com fita métrica desde o solo até o ápice do artículo mais alto na planta. O número de cladódios/planta foi obtido por meio de contagem e o índice de sobrevivência pela relação entre o estande final e o estande inicial. A análise estatística dos dados de PMS será feita apenas para os clones que apresentarem superioridade em relação ao IS. Os dados foram analisados pelo programa GENES.

Os resultados publicados por Santos et al. (2008) demonstram que houve efeito significativo (P<0,05) dos clones sobre as características agronômicas estudadas (Tabela 1). Em relação ao teor de MS os clones Orelha de Onça e Miúda foram superiores aos demais clones com valores de 14,61 e 13,36%, respectivamente. Para a AP, os clones F13, Orelha de Elefante Mexicana, F21, Algerian e Gigante foram os mais altos. Quanto ao NAP, o cultivar Miúda e o clone F21 foram superiores quando comparados com os demais. Os clones Orelha de Elefante Mexicana, Orelha de Elefante Africana, Algerian e Gigante se destacaram quanto ao IS, os quais foram considerados na análise de PMS.

Tabela 1 – Teor de MS (% MS), altura de planta (AP), nº de artículos/planta (NAP) e índice de sobrevivência (IS) de diferentes clones palma com dois anos de crescimento (2006-2008), Sertânia – PE

Clones	Nº no BAG do IPA	MS	AP	NAP	IS
		%	Cm		%
F13	IPA-200013	12,08 b	91,73 a	8,90 c	50,00 b
F15	IPA-200015	9,47 c	77,25 b	8,45 c	41,67 b
Orelha de Elefante Mexicana	IPA-200016	8,94 c	100,45 a	29,82 b	91,67 a
Orelha de Elefante Africana	IPA-200174	9,11 c	79,73 b	9,80 c	72,22 a
Orelha de Onça	IPA-200206	14,61 a	59,75 b	20,60 c	41,67 b
IPA-Sertânia	IPA-200205	9,86 c	76,95 b	14,00 c	29,17 b
Miúda	IPA-100004	13,36 a	73,30 b	44,85 a	41,67 b
F8	IPA-200008	9,77 c	79,55 b	34,57 b	54,17 b
F21	IPA-200021	9,73 c	91,50 a	49,90 a	44,44 b
F24	IPA-200024	11,34 b	80,40 b	31,73 b	50,00 b
Algerian	IPA-200207	6,82 d	108,17 a	5,87 c	83,33 a
Gigante	IPA-100001	8,93 c	96,93 a	15,69 c	95,83 a
CV (%)	-	13,14	15,30	35,40	29,90

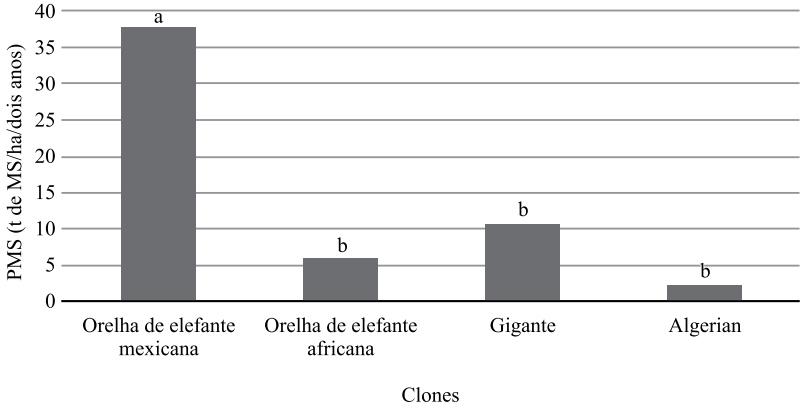
Fonte: SANTOS et al. (2008)

Notas: BAG: Banco Ativo de Germoplasma. Médias seguidas de igual letra na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo (P>0,05) pelo teste de Scott-Knott.

Neste sentido, o clone Orelha de Elefante Mexicana apresentou maior PMS que os clones Orelha de Elefante Africana, Gigante e Algerian. Vale salientar que, a PMS da cultivar Gigante é em torno de 20 t de MS/ha/2 anos (SANTOS et al., 2000). No presente trabalho, a PMS desta cultivar foi cerca de 50% em relação ao esperado, o que pode ser atribuído ao ataque da cochonilha do carmim, uma vez que esta cultivar é suscetível (Figura 3).

Outro ponto que merece destaque é a produtividade apresentada pela Orelha de Elefante Mexicana que foi semelhante ao do Clone IPA-20, o qual é o cultivar até então mais produtivo (SANTOS et al., 2006). Contudo, o Clone IPA-20 é suscetível à cochonilha do carmim o que limita seu cultivo em áreas do Agreste e do Sertão nas quais a praga ocorre. O clone Orelha de Elefante Mexicana apresenta potencial agronômico para ser utilizado em áreas do Semiárido nas quais ocorre a cochonilha do carmim. Contudo, seu valor nutritivo, bem como, sua resposta em termos de desempenho animal deve ser considerado em outros estudos antes de ser liberado aos produtores. Assim, com base nos resultados obtidos em Sertânia/PE, concluiu-se que o clone Orelha de Elefante Mexicana apresenta potencial agronômico para ser utilizado em áreas do Semiárido nas quais ocorre a cochonilha do carmim.

Figura 3 – Produção de matéria seca (PMS) em clones de palma dois anos de crescimento (2006-2008), Sertânia/PE.



Fonte: SANTOS et al. (2008).

Competição similar foi implantada em março de 2008 na Estação Experimental do IPA em Arcoverde. A colheita foi realizada aos dois anos pós-plantio e os caracteres avaliados foram: produtividade de matéria seca (PMS), teor de matéria seca/planta, nº de artículos/planta (NAP), stand/parcela e nº de artículos/ordem de inserção. A PMS foi estimada utilizando a produção de matéria verde/planta multiplicada pela porcentagem de matéria seca a 65ºC, em função da densidade de plantas/ha (espaçamento). O stand/parcela e o número de artículos/planta foram obtidos por meio de contagem. Na intensidade de corte adotada durante a colheita, os artículos primários foram preservados.

Os resultados publicados por Santos et al., (2010) revelaram diferença significativa ($P<0,05$) entre os genótipos avaliados para produtividade e número de artículos por planta (Tabela 2). A média geral para stand/parcela foi de 5,53 plantas, não havendo diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Ainda na mesma Tabela, pode-se observar que os genótipos Orelha de Elefante Mexicana, IPA-Sertânia, Miúda, F8, F21, F24 e Gigante foram superiores quanto à produtividade, mas não diferiram entre si ($P>0,05$). O genótipo de palma IPA-200016/Orelha de Elefante Mexicana vem se destacando produtivamente entre os clones avaliados (CUNHA et al., 2008), em municípios do Semiárido pernambucano como Sertânia e Serra Talhada. Entretanto, além da espécie, adequadas técnicas de manejo, espaçamento de plantio e eficiência fotossintética também influenciam na produtividade da palma (FARIAS et al., 2000).

As plantas de palma Miúda e F15 apresentaram os maiores teores de matéria seca quando comparadas aos demais genótipos, sendo os valores de 12,97 e 11,35%, respectivamente. A palma Miúda tem sido superior quanto ao teor de matéria seca em relação aos genótipos de palma cultivados na região (SANTOS et al., 2006). A causa desta superioridade pode estar associada a uma maior precocidade quanto à sua maturidade quando comparada a outros genótipos, tendo em face seu maior número de árticos/planta (Tabela 2), o que pode ser um indicativo de que os mesmos alcançam a maturidade em um menor período de tempo.

Na Tabela 3 é possível observar que, aos dois anos de idade, há uma concentração do maior número de artículos de segunda e terceira ordem, entretanto, encontra-se até de sexta ordem como na palma F24 apesar da quantidade não diferir ($P>0,05$) de zero. Os genótipos de palma Miúda, F21 e F24 se apresentaram superiores para nº de artículos de segunda, terceira e quarta ordem. Este comportamento quanto à brotação pode ser um

indicativo de um genótipo de alta produtividade (Tabelas 2 e 3). Entretanto, vale ressaltar que a Orelha de Elefante Mexicana, IPA-Sertânia e Gigante apresentaram que possuem um nº de artículos inferior ao apresentado pela palma Miúda (Tabela 3), mas em decorrência do tamanho e do peso desses artículos, a produtividade também foi alta (Tabelas 2).

Entre os genótipos de palma identificados pelo IPA e a UFRPE como resistentes a cochonilha do carmim (Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10), a palma Miúda já era amplamente cultivada no Estado de Alagoas e Agreste de Pernambuco. A Orelha de Elefante Mexicana e a IPA-Sertânia passaram a ser cultivadas em Pernambuco, sendo a O.E.M. em maior proporção, em função de seu elevado desempenho produtivo. Os demais genótipos continuam sob avaliação quanto aos aspectos forrageiros (produtividade e valor nutricional).

Tabela 2 – Produtividade de matéria seca (PMS), teor de MS (% MS), nº de artículos/planta (NAP) e índice de sobrevivência (IS) de doze genótipos de palma aos dois anos de crescimento (2008-2010), Arcoverde/PE

Clones	Nº no BAG do IPA	PMS	MS	NAP	Stand final
		t/ha	%		
F13	IPA-200013	2,19 b	9,49	4,10 d	5,00 a
F15	IPA-200015	2,51 b	11,35	2,71 d	5,00 a
Orelha de Elefante Mexicana	IPA-200016	15,09 a	9,62	13,44 c	5,33 a
Orelha de Elefante Africana	IPA-200174	5,70 b	7,78	5,42 d	6,00 a
Orelha de Onça	IPA-200206	6,63 b	10,75	16,76 c	4,00 a
IPA-Sertânia	IPA-200205	12,06 a	10,79	10,73 c	5,67 a
Miúda	IPA-100004	18,40 a	12,97	57,32 a	6,00 a
F8	IPA-200008	17,18 a	8,11	31,10 b	6,00 a
F21	IPA-200021	18,71 a	10,12	49,06 a	6,00 a
F24	IPA-200024	20,79 a	8,67	45,81 a	5,33 a
Algerian	IPA-200207	8,37 b	9,97	8,98 c	6,00 a
Gigante	IPA-100001	16,24 a	9,15	12,42 c	6,00 a
CV (%)		59,32		18,82	16,03

Fonte: SANTOS et al. (2010)

Notas: BAG: Banco Ativo de Germoplasma. Médias seguidas de igual letra na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo (P>0,05) pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 3 – Número de artículos/planta conforme o nível de inserção de doze genótipos de palma aos dois anos de crescimento (2008-2010), Arcoverde/PE

Clones	Nº no BAG do IPA	NASP	NATP	NAQP	NAQP	NASXP
F13	IPA-200013	2,05 d	1,57 d	0,48 b	0,00 b	0,00 a
F15	IPA-200015	1,26 d	0,78 d	0,48 b	0,18 b	0,00 a
Orelha de elefante Mexicana	IPA-200016	10,37 b	3,01 c	0,06 b	0,00 b	0,00 a
Orelha de elefante Africana	IPA-200174	5,30 c	0,12 d	0,00 b	0,00 b	0,00 a
Orelha de onça	IPA-200206	6,75 c	6,87 c	3,01 a	0,12 b	0,00 a
IPA-Sertânia	IPA-200205	10,73 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 a
Miúda	IPA-100004	22,90 a	28,09 a	6,33 a	0,00 b	0,00 a
F8	IPA-200008	13,20 b	11,69 b	5,42 a	0,78 a	0,00 a
F21	IPA-200021	16,15 a	20,55 a	11,51 a	0,84 a	0,00 a
F24	IPA-200024	18,26 a	19,29 a	7,05 a	1,08 a	0,12 a
Algerian	IPA-200207	3,31 d	4,16 c	1,32 b	0,18 b	0,00 a
Gigante	IPA-100001	9,70 b	2,71 c	0,00 b	0,00 b	0,00 a
CV (%)		12,75	28,66	47,55	65,95	19,93

Fonte: SANTOS et al. (2010).

Notas: BAG: Banco Ativo de Germoplasma, NASP: nº artículos de secunda ordem/planta, NATP: nº artículos de terceira ordem/planta, NAQP (nº artículos de quarta ordem/planta, NASP: nº artículos de quinta ordem/planta, NASXP: nº artículos de sexta ordem/planta). Médias seguidas de igual letra na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo (P>0,05) pelo teste de Scott-Knott.

Figura 4 – Palma Miúda/IPA-100004. Registro no MAPA (nº 27851).

Fonte: acervo dos autores.

Figura 5 – Palma O.E.M./IPA-200016. Registro no MAPA (nº 27852).

Fonte: acervo dos autores.

Figura 6 – Palma IPA-Sertânia/IPA-200205. Registro no MAPA (nº 27850).

Fonte: acervo dos autores.

Figura 7 – Palma O.E.A./IPA-200174.

Fonte: acervo dos autores.

Figura 8 – Palma F-13/IPA-200013.

Fonte: acervo dos autores.

Figura 9 – Palma F-15/IPA-200015.

Fonte: acervo dos autores.

Figura 10 – Palma Orelha de Onça/IPA-200206.

Fonte: acervo dos autores.

Diante da necessidade de se obter genótipos não somente resistentes, mas também produtivos, um bloco de cruzamento de palma foi implantado na Estação Experimental do IPA de São Bento do Una e outro na Estação de Arcoverde, constituídos por genótipos de alta produtividade, mas suscetíveis à cochonilha do carmim e por genótipos que apresentavam resistência à cochonilha do carmim.

Os genótipos escolhidos para compor os blocos de cruzamento foram: Gigante, Redonda, Clone IPA-20, Chile Fruti, Copena F-1, Orelha de Elefante, Miúda (resistente à cochonilha do carmim) e Algerian (semirresistente à cochonilha do carmim). O plantio foi realizado em dezembro de 2002, sob espaçamento de 2,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas dentro das linhas. A área foi adubada com 20 t/ha de estrume bovino, sendo esta dosagem de adubo orgânico, repetida a cada dois anos. Os cruzamentos foram realizados manualmente entre outubro/dezembro de 2006, com 32 combinações híbridas, seguindo metodologia recomendada por Mondra-

gón-Jacobo e Pérez-González (2001), a qual também é usada na Universidade de Chapigon - México.

Os cruzamentos deram origem a 1.300 clones, os quais foram plantados para avaliação na Estação Experimental de Arcoverde, dos quais, alguns passaram de fase dentro do Programa de Melhoramento de Palma do IPA/UFRPE. Neste sentido, na referida Estação Experimental, implantou-se um bloco de cruzamentos em dialelo, com 300 clones de meio-irmãos provenientes de seis clones do gênero Nopalea, os quais também estão em avaliação.

Um ensaio preliminar com 435 clones elite foi implantado na Estação Experimental de Caruaru com genótipos selecionados no Banco de Germoplasma de palma da Estação Experimental de Arcoverde. O Banco de Germoplasma de palma da Estação Experimental de Arcoverde vem sendo mantido para fins de trabalhos de melhoramento da cultura pela diversidade genética que ele possui.

Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso na implantação do ensaio preliminar dos clones elite, com duas repetições, sendo uma repetição implantada em 2002 e a outra em 2006. O espaçamento de plantio foi de 1,0 m entre as linhas e 0,5 m entre as plantas dentro das linhas, sendo os clones/tratamentos representados por parcelas com quatro plantas.

As colheitas são realizadas em intervalos de dois anos, sempre preservando os artículos primários e no período chuvoso, logo após a colheita se realiza uma adubação orgânica com 20 t/ha de esterco bovino. Avaliações para determinar produção de biomassa e teor de matéria seca são realizadas por ocasião da colheita. Os resultados demonstram comportamento diferenciado entre os genótipos avaliados quanto aos caracteres apresentados nas Tabelas 4 e 5. A produção de matéria seca por parcela foi de 2,18 ± 0,043, com valor mínimo de 0,03 e máximo de 10,94 kg. Os teores de matéria seca 7,29 ± 0,031 e valores mínimos de 4,3 e máximo de 12,40, demonstrando assim, a existência de clones superiores quanto à produtividade e ao teor de matéria seca.

Tabela 4 – Intervalo de confiança da média (IC), valor mínimo, valor máximo e desvio padrão do no de plantas/parcela, no de artículos/parcela e peso médio dos artículos de 437 genótipos de palma, Caruaru/PE

Características	nº plantas/ parcela	nº artículos/ parcela	Peso médio dos artículos (kg)
IC	2,53 ± 0,021	50,69 ± 0,848	0,04 ± 0,00
Valor Mínimo	1,00	3,00	0,00
Valor Máximo	3,00	180,00	0,11
Desvio Padrão	0,64	26,30	0,01

Fonte: elaborada pelos autores.
Nota: Valores referentes a parcelas de 1,5 m2.

Tabela 5 – Intervalo de confiança da média (IC), valor mínimo, valor máximo e desvio padrão da produção de matéria verde (PMV), teor de matéria seca (% MS) e produção de matéria seca (PMS) de 437 genótipos de palma, Caruaru/PE

Características	PMV (kg)/Parcela	% MS	PMS (kg)/parcela
IC	29,80 ± 0,553	7,29 ± 0,031	2,18 ± 0,043
Valor Mínimo	0,50	4,30	0,03
Valor Máximo	138,50	12,40	10,94
Desvio Padrão	17,16	0,97	1,33

Fonte: elaborada pelos autores.
Nota: Valores referentes a parcelas de 1,5 m2.

Em pesquisa realizada por meio do acordo IPA/UFRPE, que resultou em uma dissertação de mestrado, Silva (2009) caracterizou morfologicamente 50 clones de palma forrageira, escolhidos aleatoriamente, na área de clones elite do IPA em Caruaru/PE. Os resultados demonstraram a existência de correlações positivas entre caracteres morfológicos da palma e a produção de matéria seca da planta (Tabela 6), sendo significativas estas correlações para a altura da planta (AP), largura da planta (LP), largura do artículo primário (LA1) e comprimento do artículo primário (CA1). Neste sentido, Cruz e Regazzi (1997) relatam que a existência de correlações significativas indica a viabilidade da seleção indireta para a obtenção de ganhos na característica de maior importância econômica.

A seleção objetivando maior disponibilidade de forragem assegura possibilidade real para o melhoramento de forrageiras tropicais. A importância da correlação entre características no melhoramento genético consiste em se poder avaliar o quanto da alteração de uma característica pode afetar os demais no decorrer da seleção (SILVA et al., 2008).

Observou-se também pela correlação fenotípica de Pearson que as plantas mais largas tendiam a possuir artículos primários largos e compridos. A característica largura do artículo primário demonstrou alta correlação positiva e significativa com o comprimento do artículo primário (r = 0,74), desse modo pode-se concluir que ocorre um sistema de inter-relações entre as características associadas.

Tabela 6 – Coeficiente de correlação fenotípica de Pearson entre as características morfológicas de clones de palma forrageira (média de três avaliações)

VARIÁVEIS	PMS (t/ha/2anos)	AP (cm)	LP (cm)	LA1 (cm)	LA2 (cm)	CA1 (cm)	CA2 (cm)
AP (cm)	0,61**	-					
LP (cm)	0,56**	0,58**	-				
LA1 (cm)	0,44**	0,37**	0,33*	-			
LA2 (cm)	0,02	0,22	0,23	0,03	-		
CA1 (cm)	0,39**	0,37**	0,34*	0,74**	-0,06	-	
CA2 (cm)	0,21	0,43**	0,26	0,31*	-0,13	0,14	-
EA3 (cm)	0,22	0,33*	0,19	0,06	0,02	0,11	0,15

Fonte: SILVA (2009).

Notas: PMS – produção de matéria seca (t de MS/ha/2anos); AP – altura da planta (cm); LP – largura da planta (cm); LA1 – largura do artículo primário (cm); LA2 – largura do artículo secundário (cm); CA1 - comprimento do artículo primário (cm); CA2 – comprimento do artículo secundário (cm); EA3 – espessura do artículo terciário **, *Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de clones de palma resistentes à pragas e/ou doenças e que ainda apresentem características forrageiras desejáveis, a exemplo de alta produtividade, baixa espinhosidade e alto valor nutricional, contribuem para elevar a variabilidade genética desta cactácea, permitindo por meio

do melhoramento, a identificação de genótipos superiores do ponto de vista forrageiro quando comparados as cultivares comerciais.

Neste contexto, a recomendação e disponibilização dos clones Miúda IPA-100004 (Registro no MAPA, nº 27851), O.E.M. IPA-200016 (Registro no MAPA nº 27852) e IPA-Sertânia IPA-200205 (Registro no MAPA nº 27850) têm viabilizado o cultivo desta importante forrageira em áreas do Semiárido brasileiro acometidas pela cochonilha do carmim (D. opuntia), sem a necessidade de controle desta praga, por se tratar de genótipos imunes ao referido inseto.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético e estatístico**. Viçosa: Editora UFV, 1997.

CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C.; SILVA, M. C. et al. Características agronômicas de genótipos de palma forrageira (Opuntia e Nopalea) no Semiárido de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, Lavras-MG, 2008. **Anais...**, Lavras: UFL, 2008.

FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C. et al. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com o sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 341-347, 2000.

MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. Germplasm resources and breeding Opuntia for fodder production. In: **Cactus (Opuntia spp.) as forage**. Roma-Itália: FAO, 2001. p. 21-28.

MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PIMIENTA-BARRIOS, E. Propagação. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Itália: FAO, 1995. Versão traduzida: Brasil: SEBRAE/PB, 2001. p. 65 - 71.

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V.; PEREIRA, V. L. A., Farias, I, FELIX, A. C. Características agronômicas de clones palma resistente a cochonilha do carmim em Pernambuco In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2008, Aracaju. **Anais...**, Aracaju: SNPA, 2008.

SANTOS, D. C.; LIRA, M.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V.; PEREIRA, V. L. A. Produtividade de clones de palma forrageira em área atacada pela cochonilha do carmim, Arcoverde-PE. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, Salvador-BA, 2010. **Anais...**, Salvador: UFBA, 2010.

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; DIAS, F. M. et al. Produtividade de cultivares de palma forrageira (Opuntia e Nopalea). In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2, 2000, Teresina. **Anais...**, Teresina: SNPA, 2000. p. 121-123.

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; DIAS, F. M. Melhoramento genético da palma forrageira. In: **A palma no nordeste do Brasil**: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 27- 42.

SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; FARIAS, I. et al. Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco. **Boletim Técnico**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa agropecuária, 2006.

SILVA, A. M. A.; SANTOS, J. J.; COSTA, W. D.; BARROS, L. E. F.; SANTOS, A. P.M.; SILVA, R. A. C.; SILVA, W. C. M. Efeito do espaçamento e forma de plantio sobre a palma forrageira "Nopalea cochenillifera Salm-Dyck" no Semiárido alagoano. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SNPA, 2008.

SILVA, N. G. M. **Avaliação de características morfológicas e comparação de métodos de estimativas de índice de área de cladódio na palma forrageira**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. Recife: UFRPE, 2009.

Capítulo 3

Lavouras xerófilas como estratégia de produção de forragem no semiárido

Alberício Pereira de Andrade
Divan Soares da Silva
Geovergue Rodrigues de Medeiros
Ariosvaldo Nunes de Medeiros
Mariah Tenório de Carvalho Souza
Ivandro de França da Silva
Riselane de Lucena Alcântara Bruno
André Luiz Rodrigues Magalhães

1 INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro, ao longo da história, tem sido tema das mais variadas reflexões e objeto de muitas ações. Apesar disso, no Brasil, a região continua como o exemplo mais forte de índices de desenvolvimento insatisfatórios e de grande contingente de excluídos, embora existam muitos casos de sucesso. No entanto, não deveria ser assim. Outros Semiáridos do mundo são muito diferentes e alguns conseguiram mudar sua realidade de forma favorável. Por exemplo, o deserto norte-americano abriga estados economica-

mente fortes, alguns deles, como a Califórnia, com significativa participação da agricultura na geração de riquezas. Exemplo de sucesso ocorre também na Espanha e na Austrália, dentre outros (QUEIROZ; MALAVASI, 2007).

A região Semiárida brasileira é caracterizada por apresentar alta variabilidade ambiental (solo, clima, vegetação e relevo) e formação de um mosaico de ecossistemas únicos, que demandam conhecimento específico para seu uso e manejo (ANDRADE et al., 2006; MENEZES et al., 2005). Esses fatores ambientais são responsáveis pela vegetação típica dessa região, a caatinga, composta em sua maioria por espécies xerófitas caducifólias.

A diversidade de ambientes encontrados no grande domínio das Caatingas, segundo Ab'Sáber (1984), provem de diferentes combinações dos componentes abióticos, entre os quais se salientam as condições termo-pluviais seguidas de propriedades litoestruturais, posicionamento topográfico e heranças paleoclimáticas. A integração dessas ações condiciona os microambientes, segundo os quais se organizam as formas de adaptações da vegetação.

Botanicamente, a caatinga é formada por um complexo vegetacional muito rico em espécies lenhosas caducifólias e herbáceas anuais. A maior dificuldade na classificação da caatinga, em termos da composição de espécies, decorre da variação de sua fisionomia resultante da interação, principal, entre o solo e o clima em cada local, além da interferência antrópica. A heterogeneidade espacial da vegetação e das condições ambientais é uma das principais características das zonas Áridas e Semiáridas, atribuídas a processos geomorfológicos da paisagem (SCHILESINGER et al., 1990).

A caatinga apresenta inúmeras tipologias, que se manifestam como produtos da evolução, traduzidas em adaptações e mecanismos de resistência ou tolerância às adversidades climáticas (PEREIRA FILHO et al., 2001). Essa flora demorou milênios de anos de evolução para atingir o estado atual de adaptação e para adquirir as propriedades fisiológicas para sobreviverem em ambientes de déficit hídrico. Garantir a sobrevivência da caatinga, em diferentes pontos do nordeste significa preservar um valorosíssimo patrimônio de recursos naturais (DUQUE, 1980).

A Caatinga é rica em espécies forrageiras em seus estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo. A maioria das espécies vegetais participa significativamente da alimentação dos ruminantes, sendo que as gramíneas e dicotiledôneas herbáceas perfazem acima de 80% da dieta desses animais durante o período chuvoso. Com a chegada da estação chuvosa, que dura cerca de quatro meses, comumente há uma farta oferta de forragem. Porém,

à medida que começa a estação seca, a disponibilidade de folhas secas, decorrentes da caducifólia, aumenta e se tornam cada vez mais importantes para os animais, principalmente dos caprinos. Estrategicamente, as espécies lenhosas são fundamentais no contexto de produção e disponibilidade de forragem no Semiárido brasileiro, principalmente, na época seca do ano. Compreender a dinâmica dos processos fisiológicos e morfológicos que comandam esta sucessão de eventos que ocorre na vegetação é condição fundamental para se manejar e explorar a Caatinga.

A composição bromatológica das espécies herbáceas da caatinga varia dependendo do estado de conservação da área e da época do ano (estação seca ou chuvosa). O *pool* de espécies herbáceas na estação chuvosa apresenta indicadores qualitativos que permitem classificar essas plantas como aptas para o consumo pelos animais ruminantes, já adaptados ao Semiárido (SILVA et al., 2011).

Outra característica marcante da região Semiárida é a alta temperatura, que pode afetar diretamente a qualidade da forragem disponível. As altas temperaturas promovem rápida lignificação da parede celular, acelerando a atividade metabólica celular, resultando em diminuição do pool de metabólitos no conteúdo celular. Eles também promovem a rápida conversão dos produtos fotossintéticos em componentes da parede celular (VAN SOEST, 1965). O conteúdo de água do solo afeta diretamente as plantas forrageiras. Deficit hídrico acentuado, como muitas vezes ocorre no Semiárido, afeta o crescimento e desenvolvimento da planta e, consequentemente limita a produção pecuária, devido à baixa qualidade e disponibilidade de forragem.

Os ecossistemas do Semiárido podem ser abordados partindo-se do princípio de que há uma relação simples e direta entre eventos de chuvas, que se dão em forma de "pulsos" e a produção de fitomassa, e que por sua vez, resulta em reservas de carbono e de energia que são acumuladas nas sementes e nos órgãos de produção de assimilados da planta. Entretanto, essas reservas são consideradas inativas até que se reinicie um novo pulso. Quando não ocorrem chuvas consideradas importantes sob o ponto de vista biológico, em quantidade capaz de desencadear mudanças nos processos fisiológicos e morfológicos, essas reservas diminuem lentamente com o tempo devido à respiração, abscisão, senescência, herbivoria, dentre outros processos. Entretanto, nos períodos chuvosos, os intervalos entre cada evento de chuva podem estimular os pulsos de crescimento da planta, e como consequência, a recuperação das reservas decorrentes da produção de assimilados.

O grande desafio da pecuária no Semiárido, no entanto, é utilizar os recursos da caatinga e preservar sua sustentabilidade. Várias alternativas de exploração têm sido propostas, porém quase todas apresentam grandes limitações em decorrência da alta variabilidade temporal e espacial da acumulação da fitomassa que está diretamente dependente das condições da precipitação da região. Portanto, é necessária a formulação de um novo paradigma para a produção de forragem nesta região, como por exemplo, o uso das lavouras xerófilas como prática agrícola regular. É preciso romper com as atividades agrícolas tradicionais e introduzir sistemas de produção de forragem tendo como fundamento o uso de espécies vegetais já adaptados à região, a exemplo das espécies nativas com potencial forrageiro ou aquelas plenamente adaptadas à região, como a palma forrageira. Embora a domestificação de uma espécie nativa demande tempo, este processo é de suma importância para a exploração dos recurssos vegetais do Semiárido.

Assim, objetiva-se neste capítulo discorrer sobre as potencialidades das espécies forrageiras nativas do Semiárido, dentre outras alternativas, e fazer uma abordagem sobre a possibilidade de implantação de lavouras xerófilas com espécies nativas da caatinga ou com aquelas já plenamente adaptadas à região, como uma estratégia de produção agrícola que possibilite aumentar a disponibilidade de forragem, em quantidade e qualidade, e como consequência reduzir o desequilíbrio entre a demanda de forragem na estação seca e, em geral, a abundância de fitomassa na chuvosa. O desafio para a pecuária do Semiárido brasileiro, no entanto, é romper com a dicotomia da estacionalidade da produção de forrragem.

2 CARACTERIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O conceito técnico de Semiárido foi estabelecido a partir de uma norma da Constituição Brasileira de 1988, que no seu Artigo 159, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE). A norma constitucional manda aplicar no Semiárido 50% dos recursos destinados ao Fundo. A Lei 7.827 de 27 de setembro de 1989, regulamentando a Constituição Federal, define como Semiárido a região inserida na área de atuação da SUDENE, com precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm (SILVA, 2006).

Ao longo de sua história, teve outras denominações como “Sertão” e o “Nordeste das secas”. Oficialmente, a primeira delimitação da região

foi estabelecida em 1936, com o Polígono das Secas (SILVA, 2006). O prolongamento do período seco anual eleva a temperatura local, caracterizando a aridez sazonal. De acordo com essa definição, o grau de aridez de uma região depende da quantidade de água proveniente da chuva (precipitação) e da temperatura que influencia a perda de água por meio da evapotranspiração potencial.

A definição de aridez foi estabelecida em 1977 pelo Plano de Ação de Combate à Desertificação das Nações Unidas (ONU, 1977). A área de domínio do Semiárido no Brasil é, segundo Ab'Sáber (1999; 2003), a mais homogênea em relação a outras áreas da América do Sul, do ponto de vista fisiográfico, ecológico e social. No entanto, esta é uma realidade complexa tanto no que se refere aos aspectos geofísicos, quanto ao processo de ocupação humana. Ab'Sáber (2003) destaca com base em trabalho realizado por Hargreaves (1970), a existência de quatro faixas regionais no interior do Semiárido: as faixas Semiáridas rústicas ou Semiáridas típicas (os "altos sertões"); as faixas semi-moderadas (caatingas agrestadas); e as sub-áreas de transição ou faixas Sub-úmidas (os agrestes). Essa diversidade de ambientes edafoclimáticos traz vantagens comparativas para a região, mas o seu aproveitamento exige novas formas de intervenção.

Em 2005 foi realizada pelo Ministério da Integração Nacional uma atualização na área de abrangência oficial do Semiárido de acordo com a Portaria Ministerial nº 89. Para a nova delimitação foram considerados três critérios técnicos: a precipitação pluviométrica média inferior a 800 mm; o índice de aridez de até 0,5, no período entre 1961 e 1990, calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial; e o risco de seca maior que 60% no período entre 1970 e 1990 (SILVA, 2006).

De acordo com a delimitação atual, o Semiárido brasileiro abrange 1.133 municípios com uma área de 969.589,4 km², corresponde a cerca de 10 % da área total do Brasil e aproximadamente 90% da Região Nordeste (nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), exceto o Maranhão, além do norte de Minas Gerais.

Com uma população de 21 milhões de pessoas, a região é caracterizada como um espaço cada vez mais urbano. Entre 1991 e 2000, a população total cresceu 8,62% mas o crescimento urbano chegou a 26%; enquanto a população rural decresceu 8,16%. Verifica-se atualmente uma

concentração da população nos espaços urbanos, principalmente nas periferias das cidades.

O abandono das áreas rurais está relacionado às atividades econômicas a elas relacionadas, além da concentração fundiária e falta de apoio aos agricultores familiares. Mesmo com esses problemas, a ocupação principal da força de trabalho na maioria dos municípios do Semiárido provém da agropecuária. A região é marcada pelo grande número de minifúndios (90% das propriedades), possuindo uma área inferior a 100 hectares e detendo apenas 27% da área total dos estabelecimentos agrícolas (BRASIL, 2005).

O Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* do Semiárido em 2002 era de R$ 2.541,27, bem abaixo do valor médio da região Nordeste (R$ 3.694,34) e menos da metade da média nacional de R$ 7.630,93 (BRASIL, 2003). Logo, a maioria dos municípios depende, cada vez mais, da transferência de recursos dos níveis federal e estadual, do repasse do Fundo de Participação dos Municípios e de outras verbas federais e estaduais para manter os serviços oferecidos à população.

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (ADH, 2000), em 47,5% dos municípios do Semiárido brasileiro, um terço da população tem mais da metade de sua renda proveniente de transferências do governo, principalmente, dos benefícios previdenciários tanto no espaço urbano como no espaço rural. A transferência de renda através de benefícios (Bolsa Família, auxílio-maternidade, Fome Zero) não tem sido suficientes para melhorar os indicadores sociais da educação, saúde, habitação, trabalho, mortalidade infantil, elevada concentração de renda e baixo IDH.

Segundo Silva (2006), verifica-se que estão sendo formuladas três propostas ou alternativas para a realidade dessa região: combater as secas e os seus efeitos; aumentar a produção e a produtividade econômica na região, sobretudo com base na irrigação; e conviver com o Semiárido, combinando a produção apropriada com a qualidade de vida da população local.

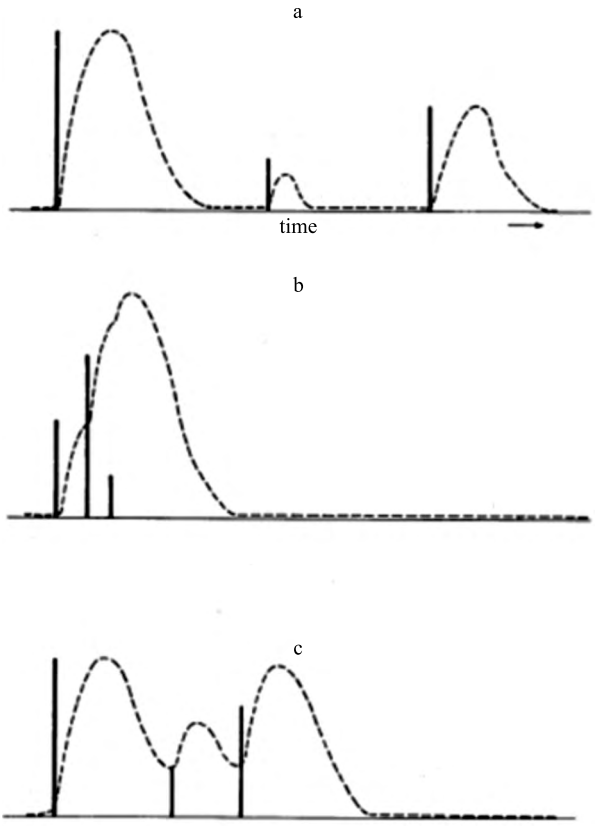
Climaticamente, o Semiárido brasileiro caracteriza-se por clima quente e seco, com duas estações, a seca e a úmida, com pluviosidade situada nas isoietas de, aproximadamente, 300-800 mm. A maior parte das chuvas se concentra em três a quatro meses dentro da estação úmida, acarretando um balanço hídrico negativo na maioria dos meses do ano e elevado índice de aridez. Observam-se ainda temperaturas médias em

torno de 28°C, sem significativas variações estacionais (ARAÚJO FILHO et al., 1995).

O clima predominante na região semiárida nordestina é do tipo BSw'h', conforme a classificação de Köppen, ou seja, tropical seco com a evaporação excedendo a precipitação, com ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais. Outra característica importante da região é a imprevisibilidade das estações chuvosas, de maneira que a época em que são elevados os índices pluviométricos varia ano a ano, tornando-se difíceis as tomadas de decisão sobre o uso dos recursos desse ecossistema (ANDRADE et al., 2010). Enquanto a temperatura, a radiação solar e os aportes de nutrientes nos ecossistemas do Semiárido variam relativamente pouco no ano, a precipitação comumente ocorre em eventos descontínuos, em forma de pulsos de curta duração (NOY-MEIR, 1973).

Os pulsos de precipitação pluvial nas regiões semiáridas podem acontecer de três formas distintas como mostra na Figura 1: (a) amplamente separados, (b) agrupados, (c), com espaçamento intermediário. Entretanto, nos períodos chuvosos, os intervalos entre cada evento podem estimular pulsos de crescimento da planta e, como consequência, a recuperação de reservas decorrentes da produção de assimilados.

Figura 1 – Sistema de resposta aos pulsos de entrada: (a) amplamente separados, (b) agrupados, (c), com espaçamento intermediário



Fonte: NOY-MEIR (1973).

O Semiárido é caracterizado pela alta variabilidade das chuvas e, estas se dão em forma de pulsos de precipitação, conforme chamam a atenção Andrade et al., (2005). Deste modo, afirmam esses autores, o conhecimento do sincronismo entre as plantas e os pulsos de precipitação é fundamental para a compreensão da dinâmica dos processos biológicos da caatinga nos diferentes ecossistemas do Semiárido.

A variabilidade hídrica na região Semiárida origina-se de quatro causas principais, segundo Sampaio (2010): sistemas muitos complexos de formação de chuvas, em que ocorrem chuvas erráticas e concentradas em poucos meses do ano e em anos chuvosos alternados de forma irregular com anos de seca; disposição geográfica que compõe serras e chapadas mais altas recebendo chuvas; escoamento das águas, deixando encostas mais secas e concentrando maior umidade nos vales e variabilidade dos solos, onde estes podem apresentar maior ou menor capacidade de reter água das chuvas, por conta de diferentes profundidades e por sua textura.

A vegetação da caatinga tem estreita relação com a distribuição das chuvas no tempo e no espaço. Este bioma, formado por uma vegetação típica, majoritariamente caducifólia espinhosa, representa a formação florestal típica da região semiárida brasileira, sendo uma mistura entre os estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, em geral, de pequeno porte, de folhas caducas e pequenas, tortuosas, espinhentas e de elevada resistência às estiagens (SOUTO et al., 2007; ANDRADE et al., 2006). A caatinga tem grande biodiversidade com espécies de portes e arranjos fitossociológicos variados, que a torna complexa, onde pouco se conhece sobre a sua dinâmica (SOUTO, 2006).

Com base na interação entre vegetação e solo, a região pode ser dividida nas seguintes zonas: domínio da vegetação hiperxerófila, domínio da vegetação hipoxerófila, ilhas úmidas, agreste e área de transição (Tabela 1), pode-se observar os grandes domínios fisionômicos do Semiárido.

Sá et al. (2004), ressaltaram que os Estados do Ceará e da Paraíba têm as maiores áreas, em termos percentuais, com problemas de degradação no nível severo, seguidos de perto pelos Estados de Pernambuco e Bahia. O nível de degradação ambiental severo aparece principalmente nas áreas dos Estados onde se encontram os solos do tipo Luvissolos (antigo bruno não cálcico). O nível de degradação ambiental acentuado está mais relacionado às áreas de solos Litólicos, ou seja, solos mais recentes e em fase de desagregação da rocha que lhe deu origem.

Tabela 1 – Compartimentação ambiental do Semiárido Brasileiro

	Vegetação Hiperxerófila	Vegetação Hipoxerófila	Ilhas úmidas	Agreste e área de transição	Total
Área em Km²	317.608	399.777	83.234	124.424	925.043
% Nordeste	19,09	24,04	5,00	7,48	56,61
% Semiárido	34,33	43,21	9,00	13,46	100,00

Fonte: SÁ et al. (2004)

A vegetação nativa é bem adaptada às condições climáticas de semiaridez da região, estando muito atuante em toda a vida do homem da zona rural no tocante à alimentação humana e animal, com suas finalidades medicinais, frutífera, construção civil, melífera, dentre outras, além de sua principal função que consiste na manutenção e nutrição dos rebanhos situados na região.

Os solos das regiões áridas e semiáridas apresentam geralmente baixos teores de matéria orgânica, sendo a produtividade dependente dos níveis de fertilidade natural e da possibilidade de mantê-los através da ciclagem de nutrientes (SAMPAIO et al., 1995). O solo desempenha um papel importante na variação fisionômica da caatinga, na formação das paisagens, como suporte mecânico e no fornecimento de nutrientes e água, essencial para o estabelecimento e desenvolvimento das plantas.

Segundo Melo (2004), há uma relação estreita entre o solo e a vegetação, pois alterações na vegetação podem afetar os atributos físicos e químicos do solo, provocar modificações no solo e consequentes efeitos significativos na vegetação. A variabilidade dos solos, segundo Sampaio (2010), advém, principalmente, do efeito diferencial da erosão geológica, descobrindo camadas distintas, até o limite da exposição das rochas, formando lajedões e os pavimentos recobertos por rochas.

3 NECESSIDADE HÍDRICA E EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE O CRESCIMENTO DAS PLANTAS

O déficit de água no solo constitui o maior ponto de estrangulamento do processo produtivo agrícola e das pastagens em áreas do Brasil e do mundo, onde a precipitação seja escassa ou mal distribuída (BEGG; TURNER, 1976).

De acordo com Stewart e Nielsen (1990) e Araújo (1998) uma das alternativas de cultivo nas terras semiáridas é melhorar a eficiência do uso da água na agricultura. Para os dois primeiros autores, a eficiência do uso da água pode ser alcançada de três maneiras: aumentando a eficiência de água aplicada, aumentando a frequência de irrigação e aumentando a eficiência do uso de água pelas plantas, ou seja, reduzindo as perdas por evaporação, mantendo o solo no ambiente das raízes em condições físicas que promovam melhor absorção de água e nutrientes e aumentando a tolerância das plantas à deficiência de água no solo.

Segundo Boyer (1996), aumentar a produção por unidade de uso da água utilizada, significa aumentar a eficiência do uso hídrico pelas plantas. O importante é que a economia de água aplicada não atinja o estado de déficit hídrico no solo a ponto de comprometer o rendimento, pois o decréscimo da produção está relacionada à sensibilidade da cultura ao estresse hídrico. Portanto, o manejo racional da água é fator importante, tornando-se imprescindível conhecer a sensibilidade da cultura ao estresse hídrico nos diferentes estágios de desenvolvimento e sua influência na produção de matéria seca e na própria eficiência do uso da água (OLIVEIRA, 1995).

Em períodos de deficiência hídrica (período seco), as plantas passam por mudanças morfofisiológicas demonstrando estresse e queda na produção. Dessa forma, passam por um processo de adaptação preparando-se para a reprodução e para a perpetuação da espécie em estádio de dormência até as próximas chuvas. Sendo assim, pode-se definir "estresse" como qualquer fator que seja capaz de causar uma tensão potencialmente danosa à planta (PINTO et al., 2006).

Variações na disponibilidade de água no solo promovem diferenças no desenvolvimento do sistema radicular dos vegetais, afetando a absorção de nutrientes, devido às alterações no sistema radicular para exploração de maior volume de solo. Além disso, os sistemas radiculares das plantas cultivadas são mais sensíveis e se alteram mais frequentemente por mudanças nos níveis de água do solo, do que por qualquer outro fator relevante (DAS; JAT, 1977). De acordo com Ludlow e Muchow (1990), a redução no conteúdo de água no solo causa significativa variação na distribuição e no desenvolvimento radicular, podendo mudar o período de disponibilidade e a quantidade de água disponível para as plantas.

Medina (1995) explica que as espécies decíduas com caule suculento são muito frequentes em áreas secas e estão incluídas nas famílias das Cactáceas e vários gêneros das Anacardiaceae, Bombaceae e Leguminosas.

Neste grupo são encontradas as árvores de baixo peso específico de madeira, árvores com armazenamento de água e arbustos suculentos. Caracteriza-se por apresentar relações hídricas estáveis e de característica caducifólia. As plantas com caule suculento possuem caule verde com metabolismo CAM (maioria das cactáceas) e casca contendo clorofila, encontradas nos gêneros *Bursera, Manihot* e *Pereski*.

O suprimento de água para uma cultura resulta de interações que se estabelecem ao longo do sistema solo-planta-atmosfera. As influências recíprocas entre os componentes básicos tornam o sistema dinâmico e fortemente interligado, de tal forma que a condição hídrica da cultura dependerá sempre da combinação desses três segmentos. À medida que o solo reduz o teor de umidade, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, pois aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo para as plantas. Entretanto, quanto maior for a demanda evaporativa da atmosfera, mais elevada será a necessidade de fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera (CARLESSO, 1995).

Para Araújo (1998), a economia hídrica no sistema agrícola produtivo, está associada à redução das perdas de água por evaporação e, dependem do potencial econômico da cultura e das perdas por infiltração lateral do solo. Aumentar a produção por unidade de uso da água utilizada significa aumentar a eficiência do uso hídrico pelas plantas. Essa avaliação é feita com base na parte comercial da cultura, como grão, tubérculo, raiz, fruto, ou pela produção foliar (BOYER, 1996). Segundo Oliveira (1995), existe, portanto, um intervalo no teor de água no solo que proporciona melhores condições de água às plantas, atuando diretamente sobre o crescimento e produção.

Muita ênfase tem sido dada para a quantificação do consumo de água pelas plantas nos diferentes subperíodos de desenvolvimento, porém reduzida importância tem sido conferida à quantificação da lâmina d'água disponível e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento das plantas (CARLESSO; SANTOS, 1999). Para estes autores, o fluxo de água do solo para a planta e desta para a atmosfera depende da disponibilidade hídrica do solo e da condução da água pelos diferentes órgãos da planta até as folhas, onde ocorre a regulação do fluxo transpiratório.

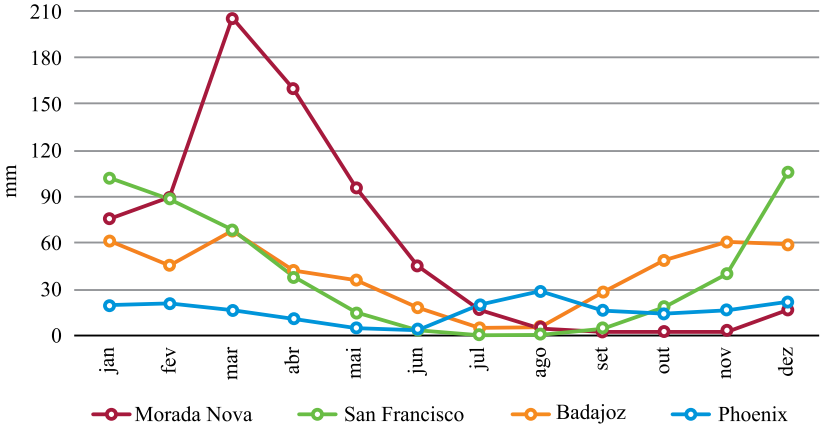
Segundo Matzenauer e Satili (1983), o consumo de água pela cultura depende das condições meteorológicas que determinam a demanda evaporativa da atmosfera; da tensão da água no solo; do solo e das características da planta, tais como: área foliar, sistema radicular e altura da planta. A senescência comparada com a expansão das folhas tem sido apresentada

como processo menos sensível ao déficit hídrico durante o crescimento vegetativo (CARLESSO, 1993).

Como comentado anteriormente, o déficit hídrico afeta quase todos os processos fisiológicos da planta e a resposta a esse déficit, segundo Taiz e Zeiger (1991), consiste na redução da produção da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão das folhas. Para McCree e Fernandez (1989), quando expostas ao déficit hídrico, as plantas, frequentemente, exibem respostas fenológicas que resultam de modo indireto na conservação da água no solo como se estivessem economizando para períodos posteriores.

Com a ocorrência de secas periódicas, chegando a 8 ou mais meses com redução drástica dos índices pluviométricos, a limitação hídrica torna-se ainda mais acentuada. Porém, o Semiárido brasileiro não apresenta condições climáticas mais adversas que outras regiões do mundo como a Espanha, o Arizona e a Califórnia, que possuem uma produção agropecuária expressiva, levando-nos a acreditar que outros fatores são determinantes da situação de estagnação produtiva que assola grande parte do nosso Semiárido (Figura 2).

Figura 2 – Precipitação pluviométrica para as regiões de Morada Nova/CE-Brasil, Badajo/Espanha, São Francisco/Califórnia e Phoenix/Arizona



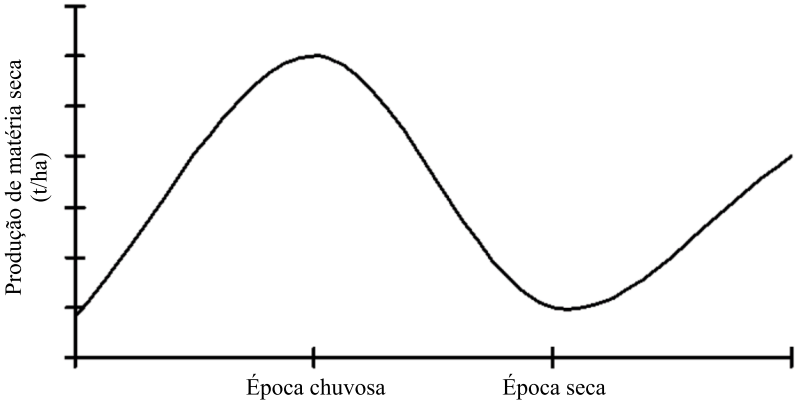
Fonte: CÂNDIDO (1999), citado por GUIM et al. (2007).

4 POTENCIAL FORRAGEIRO DA CAATINGA

A estacionalidade no período seco, associada aos solos de características físicas limitantes, torna as áreas do Semiárido nordestino impróprias para a agricultura intensiva, sendo, portanto, a exploração pecuária a vocação dessa região .

No Semiárido brasileiro, a Caatinga é uma das principais fontes de forragens para o rebanho caprino durante o ano todo, principalmente para aqueles rebanhos criados extensiva ou semi-intensivamente. Porém, a caatinga apresenta uma dinâmica de produção de fitomassa variável de acordo com as épocas do ano (Figura 3).

Figura 3 – Disponibilidade de forragens da caatinga durante o ano



As unidades de vegetação de caatinga no Semiárido apresentam como característica comum, uma concentração da produção de fitomassa em um período chuvoso de três a cinco meses, quando, normalmente, o estrato herbáceo apresenta alta qualidade forrageira, mas com uma produção efêmera, que praticamente desaparece com a chegada do período seco. A disponibilidade de forragens nos estratos arbustiva e arbórea varia de unidade para unidade, mas normalmente é baixa, precocemente caducifólia e muitas vezes apresentando baixa digestibilidade, em função da presença de compostos antinutricionais característicos de plantas xerófilas. Por outro lado, é esse estrato arbustivo/arbóreo que melhor representa a adaptação

dessas espécies ao ambiente, quando em um curto período de cerca 15 dias após as primeiras chuvas, se transformam de arbustos cinzentos secos, sem nenhuma folha, em uma explosão de brotos, que saciam a fome dos rebanhos castigados pelo longo período de seca.

As limitações das caatingas do Semiárido no aspecto quantitativo de disponibilidade de fitomassa são, por outro lado, compensadas por uma grande diversidade de espécies forrageiras, principalmente leguminosas, de alto valor forrageiro e plenamente adaptado ao ambiente.

Andrade et al. (2010) reportam que no início das chuvas, o estrato herbáceo nos sítios ecológicos da caatinga, com maior potencial é dominado por gramíneas que completam seu ciclo fenológico nos primeiros 40 dias. Outras espécies herbáceas, como algumas dicotiledôneas, completam seu ciclo fenológico em menor espaço de tempo.

Por outro lado, em condições de déficit hídrico, as plantas monocotiledôneas por possuírem sistema radicular fasciculado, portanto, permanecendo na camada mais superficial do solo, recente rapidamente a redução da disponibilidade de água do solo. Já as dicotiledôneas, sobretudo as de porte arbóreo, como o sistema radicular é pivotante, em geral, são capazes de buscar água e nutrientes nas camadas mais profundas do solo, o que lhes permite um ciclo biológico mais longo e, por consequência, manterem o valor nutritivo mais elevado por um longo período do ano.

A caatinga caracteriza-se, de forma geral, por ser uma vegetação espinhenta, de folhas pequenas e caducas, constituída por arbustos e árvores de pequeno porte, rica em cactáceas, bromeliáceas, euforbiáceas e leguminosas. O mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado de Pernambuco, realizado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, no ano de 1992, mostra que na área ocorrem três tipos florestais:

- **Vegetação Arbustiva Arbórea Aberta -** caracterizada pela presença de indivíduos pouco arbóreos, com altura média de 4 metros e presença de vegetação herbácea e cactácea em abundância;
- **Vegetação Arbustiva Arbórea Fechada** - caracteriza-se por apresentar altura média de 5 metros, ocorrendo nos locais em que os solos são profundos e bem drenados, onde a vegetação herbácea e cactácea torna-se escassa;
- **Vegetação Arbórea Fechada -** caracteriza-se por apresentar altura média de 5 metros e emergentes de 8 metros de altura, ocorrendo, geralmente nas encostas das serras e nas áreas com solos profundos.

A vegetação da caatinga é formada por árvores e arbustos de pequeno porte, em sua maioria caducifólia. Existem dois tipos principais de caatinga mesclada na paisagem nordestina: o arbustivo-árboreo, dominante no sertão e o arbóreo que ocorre principalmente nas encostas das serras e nos vales dos rios (ARAÚJO FILHO; SILVA, 1994). Segundo esses autores, as espécies arbóreas e arbustivas de maior ocorrência na caatinga pertencem às famílias das Leguminosas e Euforbiáceas, existindo também representações de várias outras famílias com potencial forrageiro.

Pinto et al. (2006) afirmam que esse tipo de formação representa um dos padrões vegetacionais mais exuberantes do país, com uma flora adaptada a um ambiente de intensa radiação solar e de baixo teor de umidade, graças a mecanismos fisiológicos que desenvolveram como sistema de proteção contra condições de secura atmosférica, caracterizando a heliomorfoses.

Para Andrade-Lima (1981), a caatinga se desenvolve sob os mais diferentes tipos de solos, desde aqueles mais profundos, bem aerados e arenosos, nos quais o lençol freático, provavelmente, chega perto da superfície durante a estação chuvosa e se situa bem profundo durante a estação seca, até os mais erodidos, em que o escoamento das águas superficiais é muito alto, proporcionando baixa infiltração.

A vegetação lenhosa constitui a mais importante fonte de forragem para o forrageamento dos rebanhos dos sertões nordestinos, compondo em até 90% da dieta dos ruminantes domésticos principalmente na época seca (PETER, 1992), sendo que a manipulação de árvores e arbustos forrageiros, técnica necessária para melhoria da qualidade e aumento da produção de forragem, requer o conhecimento adequado das características de produção de fitomassa e o valor nutritivo das plantas. Como estes fatores se relacionam com o ciclo fenológico das plantas, servem também como base para determinação da melhor época de utilização (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997).

Segundo Liberman (1982), as plantas enfrentam mudanças periódicas, nas condições ambientais, causadas pela estacionalidade, sendo essas flutuações determinantes para as características fenológicas. Na maioria dos países tropicais, os estudos sobre fenologia são escassos e fragmentados.

As espécies nativas do Semiárido destacam-se pela resistência à seca, por fazerem parte dos sistemas pecuários, e por apresentarem em sua composição alto nível proteico, fornecendo produtos como madeira, frutos e túberas (ARAÚJO et al., 2002).

5 CULTIVO E MANEJO DE LAVOURAS XERÓFILAS

Estudos constataram que mais de 70% das espécies da caatinga participam significativamente da dieta dos ruminantes domésticos. Em termos de grupos de espécies botânicas, as gramíneas e dicotiledôneas herbáceas perfazem acima de 80% da dieta dos ruminantes, durante a estação chuvosa. Porém, à medida que a estação seca progride e com o aumento da disponibilidade de folhas secas de árvores e arbustos, estas espécies se tornam cada vez mais importantes na dieta, principalmente dos caprinos (ARAÚJO FILHO et al., 1995).

É fato que a capacidade anual de suporte da caatinga e a produção de fitomassa são baixas. Por conseguinte, deve-se considerar o uso de distintas estratégias alimentares, tais como a conservação de forragens e o cultivo e a utilização de forrageiras xerófilas para alimentação dos rebanhos bovinos, caprinos e ovinos.

O cultivo de espécies forrageiras como a palma forrageira, sorgo, maniçoba, flor de seda, capins elefante, buffel, urocloa, gramão, andropogon, cana-de-açúcar, leucena, jureminha, favela, etc, e alternativas como a prática de conservação de forragens, e usos de resíduos da agroindústria são essenciais para alimentação dos animais no Semiárido.

Além disso, o cultivo de lavouras xerófilas pode garantir um aumento da disponibilidade de forragem nas épocas secas do ano, principalmente, na forma conservada como feno e silagem. Atualmente, esforços vêm sendo feitos no sentido de estabelecer as formas de cultivo e os métodos de conservação adequados, visando à melhor utilização destes recursos forrageiros.

Na década de 60, época do conhecimento ímpar dos desafios das regiões semiáridas do Nordeste do Brasil para a produção de alimentos, Duque (2004a) recomendara substituir, pouco a pouco, as culturas de gêneros alimentícios pelas lavouras xerófilas e pela pecuária, de modo a proporcionar ao povo do sertão maior renda e tranquilidade nos períodos de seca. Não seriam proibidas as culturas alimentares, mas toda ênfase seria dada à assistência aos tipos de lavouras e criação mais garantidos e permanentes. Em função da incerteza da chuva e do grande risco ao trabalho de milhares de homens e mulheres que vivem no limite da subsistência foram denominadas de “culturas secas”, plantações resistentes à seca e adaptadas às condições do polígono. São muitas as plantas que crescem e geram colhei-

tas rendosas no clima irregular e "violento"; algumas porque acumulam reservas no organismo, outras porque consomem pouca água e as terceiras porque tomam parte deste líquido da atmosfera à noite (DUQUE, 2004b).

O cultivo de forrageiras nativas do Semiárido como lavoura xerófila regular é uma prática agrícola que pode reduzir os riscos de perda da produção decorrentes das flutuações sazonais da precipitação, visto que essas plantas possuem alternativas de armazenamento de fitomassa acumulada na estação chuvosa.

A exploração da pecuária de forma extensiva como é feita atualmente na região deve ser reavaliada. Alternativas como reduzir a pressão de pastejo e a manipular a vegetação a um nível de tolerância compatível com as condições limitantes desse ecossistema seria prudente, pois a viabilidade da exploração pecuária da caatinga depende da sua capacidade de suporte (ANDRADE et al., 2006).

Desse modo, o cultivo de lavouras xerófilas pode garantir um aumento da disponibilidade de forragem nas épocas secas do ano, principalmente na forma conservada como feno e silagem. Atualmente, esforços vêm sendo feitos no sentido de estabelecer as formas de cultivo e os métodos de conservação adequados, visando à melhor utilização destes recursos forrageiros.

Algumas plantas, no entanto, podem conter substâncias com efeito adverso ao animal, sendo denominadas de substâncias antiqualitativas ou antinutricionais. Dentre essas substâncias, as principais são compostos cianogênicos, taninos, alcaloides, nitratos e terpenoides. Provavelmente, a síntese e acumulação de muitas dessas substâncias estão associadas com a adaptação das plantas à variação de seu habitat, sendo que a função dessas substâncias nos vegetais é frequentemente vista como um método de proteção da planta contra o pastejo excessivo pelos animais herbívoros. No caso dos taninos, em pequenas concentrações podem ter efeitos positivos sobre a qualidade da forragem, prevenindo o timpanismo e aumentando o fluxo de nitrogênio não amoniacal e dos aminoácidos essenciais no rúmen. Todavia, uma alta concentração de taninos pode reduzir o consumo de forragem e o desempenho animal, pela diminuição da palatabilidade; ou por afetar negativamente a digestão, diminuindo a digestibilidade de proteínas e carboidratos (SILVA; MEDEIROS, 2003).

Entre as diversas espécies nativas, merecem ser destacadas: a Maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*), Angico (*Anadenanthera macrocarpa*), Pau ferro (*Caesalpinia ferrea*), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Catingueira-

ra rasteira (*Caesalpinia microphylla*), Favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*), Canafístula (*Senna espectabilis*), Marizeiro (*Geoffrae spinosa*), Mororó (*Bauhinia sp*.), Sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*), Rompe gibão (*Pithecelobium avaremotemo*) e Juazeiro (Zyzyphus joazeiro). Das espécies arbóreas, destacam-se a Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), Engorda-magro (*Desmodium sp*), Marmelada de cavalo (*Desmodium sp*), Feijão-bravo (*Phaseolus firmulus*), Camaratuba (*Cratylia mollis*), Mata-pasto *(Senna sp*) e as Urinárias (*Zornia sp*). Dentre as espécies arbustivas e semiarbustivas, sobressaem-se as cactáceas forrageiras, Facheiro (*Pilosocereus pachyc*ladus) e o Mandacaru (*Cereus jamacaru*). Em termos quantitativos, a produção média anual das forrageiras nativas situa-se em torno de 4,0 t de MS/ha, com substanciais variações advindas de diferenças nos sítios ecológicos e flutuações anuais das características da estação de chuvas (ARAÚJO FILHO et al.,, 1995).

A seguir será feita a descrição das principais espécies de plantas nativas e exóticas, mas já plenamente adaptadas ao Semiárido, que podem ser utilizadas na alimentação de ruminantes.

5.1 *Manihot pseudoglaziovii* (Maniçoba)

Dentre centenas de plantas da biota Caatinga, algumas apresentam características forrageiras importantes como alta palatabilidade, valor nutritivo, produtividade e capacidade de rebrota. Entre essas espécies destaca-se *Manihot pseudoglaziovii* Pax&K. Hoffm, da família Euphorbiaceae, por possuir grande resistência à seca devido à presença de raízes com grande capacidade de reserva, mais desenvolvida que as da mandioca, sua parente próxima, (MANERA; NUNES, 2001).

Na região nordeste do Brasil há um grande número de espécies que recebem o nome vulgar de maniçoba ou mandioca brava, sendo as principais as seguintes: maniçoba do Ceará (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.), maniçoba do Piauí (*M. piauhyensis* Ule.) e maniçoba da Bahia (*M. dichotoma* Ule e *M. caerulescens* Pohl). Na área do submédio São Francisco, predomina a espécie *M. pseudoglaziovii* Pax *&* Hoffman. Além dos estados nordestinos, a maniçoba também é encontrada em áreas da região Centro-Oeste, até o Estado de Mato Grosso do Sul (SOARES, 1995).

A maniçoba é uma planta nativa da caatinga encontrada nas diversas áreas que compõem o Semiárido nordestino. É uma árvore de 8 a 12 metros de altura, com a primeira ramificação variando de 1m a 10m de altura

com a média de 5m, aproximadamente. As folhas são alternas, com estipulas caducas, pecíolo cilíndrico, vermelho-esverdeado ou roxo-esverdeado, com comprimento de 10 a 20 cm. O formato da folha é ovada ou obovada, peltada. Com lóbulo central com 10 a 13 cm de comprimento a 6 a 11 cm de largura. As flores são agrupadas em panículas, sendo as masculinas na parte superior e as femininas na parte inferior. Cada flor é composta de 5 sépalas ligadas na base e de cor verde claro e a base das sépalas e arroxeadas, cada sépala traz duas depressões longitudinais. O fruto é trilocular, tricapelar e triovular, de forma subesférica, com altura de 2,3 cm e maior diâmetro de 2,9 cm. As sementes têm a forma subelípitica, abaulada, com depressão na parte marginal; a parte dorsal e mais arredondada vegeta rapidamente após as primeiras chuvas (SALVIANO; NUNES, 1991). Normalmente, ela é heliófila, vegetando em áreas abertas e se desenvolvem na maioria dos solos, tanto calcários e bem drenados, como também naqueles pouco profundos e pedregosos, das elevações e das chapadas (SOARES, 1995).

Figura 4 – Vista da Maniçoba (*Manihot glaziovii mull.*), evidenciado o formato das folhas

Fonte: acervo dos autores.

A propagação da maniçoba pode ser feita por sementes e estacas. No entanto, Nassar (1989) e Figueiredo (1989) observaram que as sementes de maniçoba apresentam uma severa dormência, o que tem dificultado o cultivo da espécie. Por outro lado, em pesquisas realizadas pela Embrapa Semiárido obteve-se 81% de germinação das sementes (SOARES, 1989). Canuto et al. (1989) e Figueiredo (1989) utilizaram vários métodos de quebra de dormência em sementes de maniçoba e verificaram que o tempo de armazenamento em câmara seca, associado à escarificação ou imersão das sementes em água promoveu melhor germinação. Com relação à época de plantio, Soares (1995) recomenda o início do período chuvoso.

Quanto à produtividade, com o plantio da maniçoba pode-se atingir elevada produção de matéria seca por área, o que está diretamente relacionado com o sistema de plantio, densidade e altura de corte. Moreira filho (2007), avaliando sistemas de plantio (com e sem camalhões) densidades de plantio (6.666, 3.333 e 2.500 plantas/ha) e quatro alturas de corte (15, 30, 45 e 60 cm) da maniçoba na microrregião do Curimataú Paraibano, observou que as plantas cortadas na maior altura, plantada com camalhões e sob a maior densidade de plantio atingiram produções em torno de 1.800 ton/MS/ha, enquanto que aquelas manejadas na menor altura de corte, menor densidade de plantio, não chegaram a produzir 0,3 ton/MS/ha.

Soares (1995) trabalhando com maniçoba avaliaram análises químicas bromatológicas de amostras de folhas e ramos tenros de maniçoba apresentam valores de boa qualidade como seguem (% sobre a MS): 20,8, 8,3, 13,9, 6,8, 62,3 %, respectivamente para proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), extrato não nitrogenado (ENN), cinzas e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Com esta composição, a maniçoba pode ser considerada como uma forrageira de boa qualidade, quando comparada com outras forrageiras tropicais. A fenação e a ensilagem, após trituração de todo o material forrageiro produzido, são os meios mais recomendados de utilização da maniçoba.

Araújo et al. (1996) encontraram valores de 89,8% MS, 9,4% PB, e 62,7% NDT para o feno de maniçoba e digestibilidade de matéria seca de 66,8% e 54,5% para MS e PB, respectivamente e Vasconcelos et al. (2000) observaram taxas de 58,2 % para degradabilidade da FDN do feno de maniçoba, o que tem demonstrado ser uma forrageira de boa qualidade.

Ao avaliar o feno da maniçoba como único alimento para caprinos e ovinos Barros et al., (1990) determinaram a composição química e o valor energético desse material. Os valores da fibra em detergente neutro (FDN),

e demais constituintes da parede celular, apresentaram-se elevados, principalmente a lignina, característica das espécies lenhosas. No entanto, a proteína digestível da maniçoba foi baixa (5,25%) em decorrência do alto teor de nitrogênio ligado a fibra em detergente ácido (FDA).

Apesar de ser uma planta nativa da caatinga, em cultivo sistemático deve permanecer sempre livre da competição de outras plantas, para que possa se desenvolver e produzir com maior rapidez. Normalmente, não sofre ataque de pragas e não apresenta sintomas de doenças. Desse modo, os cultivos de maniçoba, bem manejados, podem apresentar período de longevidade superior a quinze anos (SOARES; SALVIANO, 2000).

A maniçoba, como as demais plantas do gênero *Manihot*, apresenta em sua composição quantidades variáveis de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina), que ao hidrolisarem-se mediante a ação da enzima linamarase, dão origem ao ácido cianídrico (HCN) que é tóxico e pode levar os caprinos à morte.

O ácido cianídrico volatiliza-se facilmente quando a planta é triturada, espalhada, revirada e submetida à murchamento ou secagem ao sol. Este processo reduz o nível de HCN. Nestas condições, o material desidratado pode ser utilizado na alimentação dos caprinos. Araújo e Cavalcanti (2002) citam que a planta verde apresenta teor médio de HCN próximo a 1.000 mg/ kg de matéria seca e quando fenada este valor cai para menos de 300 mg/kg. O processo fermentativo da ensilagem também reduz a concentração de HCN. A fenação e a ensilagem, após trituração de todo o material forrageiro produzido são, portanto, os meios mais recomendados de utilização da maniçoba.

4.2 Mimosa tenuiflora Wild (Jurema-Preta)

A jurema preta pertence à família *Leguminosae* e subfamília *Mimosoidae*, característica da Caatinga, e apresenta grande potencial de produção de forragem constituindo, na maioria das vezes, a principal fonte de alimentação animal nesta região. É também utilizada como madeira e carvão, bem como na medicina caseira, em tratamentos de queimaduras, acne e problemas de pele (MAIA, 2004).

Típica das áreas Semiáridas do Brasil, a jurema preta pertence à família *Mimosaceae* (CRONQUIST, 1981). É uma arvoreta de 5 a 7 m de altura, de porte arbustivo, formando hastes de mais de 1,5 m de altura, com acúleos

esparsos, eretos e bem agudos. Possui caule ereto ou levemente inclinado, com ramificação abundante, desprendendo-se em porções delgadas escamiformes e ramos castanho-avermelhados, esparsamente aculeados. Apresenta casca rugosa, fendida longitudinalmente, pouco fibrosa (OLIVEIRA et al., 1999).

A jurema preta é uma planta arbustiva encontrada em larga escala na caatinga, estando disseminada nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (OLIVEIRA et al., 1999). Ocorre, preferencialmente, em formações secundárias de várzeas com bom teor de umidade, de solos profundos, alcalinos e de boa fertilidade, aonde chega a crescer vigorosamente. Suas raízes têm uma alta capacidade de penetração nos terrenos compactos. A jurema preta possui grande potencial como planta regeneradora de terrenos erodidos, espécie indicadora de uma sucessão secundária progressiva ou de recuperação e sua tendência ao longo do processo são de redução da densidade. No início da sucessão formam matas quase puras, seus folíolos caem e se refazem continuamente cobrindo o solo com uma tênue camada que se decompõe formando ligeiras camadas de húmus e participa também da recuperação do teor de nitrogênio do solo. Preparando, dessa forma, o solo para o aparecimento de outras plantas mais exigentes (MAIA, 2004).

Em seu habitat natural, a jurema-preta tem sido explorada para produção de estacas e lenha, segundo Faria (1984), seu caule é excelente fornecedor de madeira, especialmente para a geração de calor, pois dela se conseguem temperaturas mais elevadas. Além da utilização pelos caprinos, ovinos e bovinos que têm nessa planta, verde ou fenada, um importante componente de suas dietas, especialmente pastejando as rebrotas mais jovens no início das chuvas, bem como as folhas e vagens secas durante o período de estiagem (PEREIRA FILHO, 2005).

A região Semiárida do Nordeste do Brasil é bastante deficiente em nitrogênio e fósforo e através da fixação do nitrogênio atmosférico (N_2) pelas leguminosas quando associadas a bactérias denominadas genericamente de rizóbios, reduz ou dispensa a adubação nitrogenada. Por este motivo, a utilização de leguminosas nas pastagens constitui um dos métodos mais importantes e econômicos de adicionar nitrogênio ao sistema solo-planta-animal (Sá e Vargas, 1997). Além do processo de micorrização que aumenta a absorção de água e nutrientes pelas plantas, especialmente o fósforo (ANTUNES; CARDOSO, 1991; CARDOSO et al., 1986).

Por isso, a jurema preta pode ser uma importante forrageira para ruminantes nos períodos secos, participando com 22,4% da dieta de animais fistulados, ao lado do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.) (25%), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) (12,5%) e outras plantas (LEITE; VIANA, 1986).

Os baixos níveis de digestibilidade da MS (17 a 41%) (ARAÚJO FILHO et al., 1990; BARBOSA, 1997; PASSOS, 1991; VASCONCELOS, 1997), a presença de substâncias antinutricionais, como os taninos (até 25%) (ARAÚJO FILHO et al., 1990; SILVA et al., 1998; VASCONCELOS, 1997), e as evidências de ação inibidora da fermentação *in vitro* de gramíneas (CARVALHO; SALVIANO, 1982) observados na forragem de jurema preta limitam o seu consumo pelos animais. Ademais a abundância de taninos e flavonoides detectados no extrato acetato de etila de *M. tenuiflora* são os prováveis responsáveis pela atividade antimicrobiana da planta (MECKES-LOZOYA et al., 1990).

Segundo Pereira Filho et al. (2003), a produção de MS de folhas de jurema preta dentro de uma vegetação lenhosa de caatinga rebaixada com densidade de 1.008 plantas/ha, variou de 226,7 a 463,3 kg/ha e a produção de proteína de 37,4 a 75,9 kg/ha. Já Pereira Filho et al. (2001) estudando o efeito da época e da altura de corte (25, 50, 75 e 100 cm) sobre a densidade e sobrevivência da jurema preta, observaram que no corte a 50 cm de altura, o número de plantas vivas foi superior aos outros tratamentos (Tabela 2). Por outro lado, a composição química não foi afetada pela altura de corte.

Tabela 2 – Composição bromatológica da folha e do caule da jurema preta em função da altura de corte em função da altura de corte

Composição	Folha				Caule			
	Altura de corte				Altura de corte			
	25	50	75	100	25	50	75	100
MS (%)	44,53	44,97	45,67	45,46	49,12	50,18	51,51	48,95
PB (% MS)	17,32	15,94	17,07	16,78	7,10	7,52	7,66	8,03
EE (% MS)	7,67	6,82	7,92	7,80	0,98	1,17	1,01	1,11
FDN (% MS)	35,02	35,80	34,89	36,01	68,66	68,27	66,97	65,73
FDA (% MS)	32,56	32,54	31,34	33,81	51,58	53,28	50,64	51,23
HEM (% MS)	2,46	3,27	3,55	2,21	16,08	14,98	16,34	14,50

Fonte: PEREIRA FILHO et al. (2001).

Apesar das limitações da qualidade da jurema preta como forrageira e devido à escassez de material forrageiro de boa qualidade durante a maior parte do ano na região Semiárida, é interessante que se consiga uma maneira de melhorar a qualidade do volumoso que se apresenta abundante nas copas dessa espécie, como, por exemplo, tratando-se essa forragem com Polietilenoglicol (PEG) (BEELEN et al., 2003) ou NaOH (PEREIRA FILHO et al., 2001; 2003). A ingestão de forragem de jurema preta tratada com essas substâncias aumenta significativamente, pois parte dos taninos é neutralizada e a sua degradabilidade aumenta, uma vez que os constituintes da parede celular são quimicamente atacados, facilitando a digestão da celulose e lignina.

4.3 *Desmanthus virgatus* (Jureminha)

A jureminha (*Desmanthus virgatus*) pertence à ordem Fabales, família Leguminosae. Natural de regiões secas, distribuída em zonas tropicais e subtropicais, como: África do Sul, Estados Unidos, Argentina, Índia ocidental, Ilhas de Galápagos, Havaí, França, Caribe, México, Madagascar, Peru e Brasil. É arbustiva, perene, de larga ocorrência na região Nordeste, também conhecida como anis-de-bode, canela-de-ema, junco-preto, pena-da-saracura e vergalho-de-vaqueiro, totalizando 24 espécies. Sua rusticidade, agressividade e persistência permitem pastejo direto, podendo ser utilizada também para formação de legumineiras, banco de proteínas ou em consórcio com gramíneas. Rica em minerais e proteína, não apresenta princípio tóxico para os animais (FIGUEIREDO et al., 2000a). Usada para forragem e pasto, possui alta palatibililidade, elevada taxa de crescimento e resiste ao corte e pastejo, podendo haver quatro cortes por ano, dispõe de alta taxa de produção de sementes. É tolerante também à geadas moderadas, adaptando-se a índices pluviométricos entre 250 e 1.500 mm; a altitude ideal é de 1.250 m acima do nível do mar.

Figura 5 – Vista de um plantio de jureminha (*Desmanthus virgatus*) na Fazenda Cumati, município de Cubati/PB.

Fonte: acervo dos autores.

O valor nutricional da jureminha fica entre 24-30% de proteína em matéria seca (GUTTERIDGE, 1994). Suas características nutritivas permitem sugerir o seu uso no arraçoamento do rebanho durante o período de estiagem, de forma a garantir a manutenção dos animais (FIGUEIREDO et al., 2000b). Dessa forma, Kharat et al. (1980) obtiveram valores de 35,80; 13,05; 7,02; 53,18 e 41,55 %, respectivamente para MS, PB, MO, MM, FDN e FDA. Estudando a caracterização químico-bromatológica de *D. virgatus* no brejo paraibano, Figueiredo et al. (2000a) obtiveram valores de MS, PB, MO, MM, FDN e FDA de 31,79; 17,00; 92,52; 7,47; 36,01 e 28,98 % para 395 dias de crescimento e de 27,72; 20,20; 92,65; 7,38; 40,28 e 26,67% para 72 dias de rebrota. Demonstrando assim, características que lhe qualificam com uma planta forrageira com potencial produtivo e qualitativo, em especial para o Semiárido.

5.4 *Arachis pintoi* (Amendoim forrageiro)

O amendoim forrageiro, pertence ao gênero *Arachis*, originário da América do Sul com cerca de 70 a 80 espécies encontradas no Brasil, Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai. Em 1954, o Prof. Geraldo C. Pinto, coletou um acesso de *Arachis* na localidade denominada Boca do Córrego, município de Belmonte (BA), o qual foi classificado como *Arachis pintoi* Krapov & W.C Gregory, espécie hoje, conhecida internacionalmente, lançada como cv Amarilho na Austrália e com outras denominações em alguns países das Américas do Sul e Central.

Figura 6 – Estrutura quadrifoliolada e flores do amendoim forrageiro (cv. Belmonte).

Fonte: Central do Fazendeiro

A partir de 1992, o Ceplac, incluiu nos seus estudos de avaliação de forrageiras alguns acessos do gênero, inclusive o amarilho, tendo-se destacado o cultivar ora denominado Belmonte, o qual corresponde ao acesso registrado no Cenargem/Embrapa, sob número BRA 031828. Este mate-

rial, identificado pelo Dr. Krapovickas como sendo pertencente à espécie. A. *pintoi* tem provavelmente a mesma origem do cultivar amarilho e foi introduzido na sede da Superintendência da Ceplac em Ilhéus, Bahia há pelo menos 20 anos, para fins de jardinagem, e no campo agrostológico do Cepec, localizado neste mesmo município para fins de avaliações preliminares quanto ao seu potencial forrrageiro.

O amendoim forrageiro é uma leguminosa herbácea perene, de crescimento rasteiro, estolonífera com 20 a 40 cm de altura. Possui raiz pivotante que cresce em média até cerca de 30 cm de profundidade. As folhas são alternas, quadrifoliadas, ovaladas, glabras, mas com pelos sedosos as margens. O caule é ramificado, cilíndrico, ligeiramente achatado com entrenós curtos e estolões que podem chegar a 1,5 m de comprimento. A floração é indeterminada e contínua, com as inflorescências axiliares em espiga. Cálice bilabiado pubescente com lábio inferior simples e lábio superior amplo com quatro dentes pequenos no ápice, proveniente da fusão de quatro sépalas. A corola é formada por um estandarte de cor amarela, com asas também amareladas e delgadas. A quilha é pontiaguda, curvada e aberta ventralmente na base, muito delgada, e de cor amarelo claro.

Desenvolvem-se bem quando a precipitação é superior a 1.200 mm. O cultivar Belmonte adaptou-se muito bem nas condições pluviométricas do sul da Bahia, onde as precipitações anuais estão entre 1.200 e 1.400 mm. Não é muito tolerante a períodos secos prolongados, embora nas condições de cerrado, este cultivar tenha se mostrado superior a outros cinco acessos avaliados. Esta leguminosa é bem adaptada a solos ácidos, de baixa a média fertilidade. Tem exigência moderada em fósforo, sendo, no entanto eficiente na absorção deste elemento quando em níveis baixos no solo.

O amendoim forrageiro pode ser utilizado na reforma do pasto ou pode ser plantado em pastagens de gramíneas já existentes. O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) possui grande valor nutritivo devido ao alto teor de proteína em sua composição, cerca de 20%, e pode ser consorciado com várias gramíneas (capim-braquiarão, capim-braquiarinha, *Brachiaria humidicola*, capim pangola e grama estrela africana roxa) na formação do pasto, aumentando sua eficiência. No Acre, mais de 2,5 mil produtores utilizam a tecnologia, envolvendo cerca de 115 mil hectares de área plantada. Além de apresentar vantagens para a alimentação animal pela boa aceitação dos animais, a forrageira ainda auxilia na recuperação de pastos degradados (EMBRAPA, 2010).

4.5 *Cereus jamacaru DC.* (Mandacaru)

Mandacaru nome popular dado a *Cereus jamacaru* DC, Cactaceae, é um cacto colunar característico da região Semiárida do Brasil. Para o gado, o uso justifica-se pela capacidade de armazenar grande quantidade de água (cerca de 15%). A quantidade de proteína bruta chega a mais de 10% e o resíduo mineral a 10,66%, dos quais 0,22% são em P_2O_5 e 5,61% em CaO (BRAGA, s.d.). O uso medicinal popular é pouco difundido; diz-se que as raízes e o caule são diuréticos e melhoram males do coração. Toda a planta é usada no combate ao escorbuto e nas afecções do aparelho respiratório (bronquites, tosse, catarro). As raízes são utilizadas nas doenças respiratórias e renais, e como diuréticas (AGRA et al., 2007; AGRA et al., 2008). Dentre as substâncias químicas identificadas no mandacaru está a tiramina, conhecida por sua atividade simpatomimética e provável responsável pela atividade cardiotônica (BRHUN; LINDGREN, 1976).

Figura 7 – Presença do mandacaru em áreas de caatinga

Fonte: acervo dos autores.

Na Paraíba o mandacaru possui ampla distribuição tanto na microrregião do Cariri Ocidental como na microrregião de Campina Grande. O seu destino é basicamente para o arraçoamento de ruminantes na época de estiagem, sendo também abrigo para várias espécies epífitas e para a macrofauna local (BARBOSA; ANDRADE . 2011).

Os frutos do mandacaru apresentam aproximadamente 90,41% de umidade, 0,175% de cinzas, 11,0% de sólidos solúveis totais (ºBrix), 10,16% de açúcares redutores totais e 0,24% de ácido cítrico (ALMEIDA et al., 2009).

4.6 *Pilosocereus pachycladus Ritter* (Facheiro)

O facheiro (*Pilosocereus pachycladus Ritter*.) é uma Cactaceae nativa das caatingas utilizada, pelos agricultores, como uma alternativa para alimentação dos animais no período de seca na região. A parte aérea da planta geralmente é cortada pelos agricultores no local onde se encontra, sendo ali ofertada para os animais. O facheiro atinge até 10 metros de altura com ramificação verde-escuro e bastante espinhos, ocorrendo nas caatingas dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (LIMA, 1996). Segundo o autor, o facheiro é utilizado pelos agricultores na alimentação dos animais na seca e, também na ornamentação de avenidas, ruas, praças e jardins. Leal et al. (2003) analisando a herbivoria de caprinos na região de Xingó, registraram o consumo de facheiro pelos caprinos. Em algumas comunidades do sertão, a planta é cortada e queimada para a eliminação dos espinhos antes de ser ofertada aos animais. Contudo, nos anos de seca severa, os animais consumem as plantas diretamente no campo, mesmo com os espinhos.

Figura 8 – Imagens de facheiros

Fonte: CAVALCANTI (2004).

Cavalcanti (2004), ao analisar química-bromatologicamente o facheiro, encontrou teores de 14,47% de proteína bruta, além de 5,63% de fibra e 32,27% de amido. No mesmo estudo a digestibilidade *in vitro* obtida foi de aproximadamente 73,48%, o que aponta ser altamente digestível.

5.7 *Cnidoscolus phyllacanthus* (Faveleira)

Cnidoscolus phyllacanthus (M. Arg. & Pax et Hoffm.) conhecida por favela ou faveleira é uma planta arbórea, xerófila, lactescente, que possui pelos urticantes. Ocorre em todo o Semiárido em regiões de caatinga que envolve áreas dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, sudoeste do Piauí, partes do interior da Bahia e do norte de Minas Gerais.

A favela é uma planta espinhenta cujas folhas e ramos novos são considerados de valor forrageiro (LORENZI, 1998) sendo que existem exemplares sem espinhos, que estão sendo selecionados para este fim. No período chuvoso na caatinga, que ocorre geralmente de janeiro a maio, os animais consomem as folhas verdes e os frutos. No final das chuvas, as folhas amadurem e caem, sendo, também, consumidas. No período de seca a favela fica com poucas folhas e como há poucas alternativas para alimentação os animais consomem parte dos brotos e a casca (CAVALCANTI; RESENDE. 2006). O caule novo, folhas e ramos são transformados em farelo e ministrados ao gado bovino, caprino e ovino (OLIVEIRA JÚNIOR et al. 2005).

Figura 9 – Folhas e estrutura arbórea da favela em áreas de caatinga

Fonte: acervo dos autores.

O desbaste, que consiste em cortar algumas árvores e arbustos a determinada altura para aumentar a disponibilidade da forragem , melhorar a sua qualidade bromatológica e estender a produção de folhagem verde por mais tempo na estação seca, assim como o raleamento, que consiste em eliminar algumas espécies para favorecer outras, e o desmatamento são práticas comuns na caatinga.

Drumond et al. (2007) ao avaliar bromatologicamente a parte aérea de faveleira, observaram valores médios de proteína bruta nas folhas, 19,15%, que foi praticamente três vezes maior que nos galhos finos e no fuste + galhos grossos. Os altos valores de PB e DIVMS das folhas da faveleira obtidos neste trabalho são indicativos que justificam a demanda de novas pesquisas, envolvendo o desenvolvimento de práticas de manejo cultural, colheita e produção de forragem conservada (feno ou silagem), consumo, digestibilidade *in vivo* e desempenho de animais; assim, a utilização da faveleira como forrageira, atualmente feita de forma extrativista, poderá ser otimizada e consolidada como opção forrageira no Semiárido brasileiro.

Tabela 3 – Matéria seca (MS), cinzas (% da MS), matéria orgânica (%), proteína bruta (% da MS), digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS em %), fibra detergente neutro (FDN, % da MS) e fibra detergente ácido (FDA, % da MS) do fuste + galhos grossos, galhos finos e folhas da faveleira

Variáveis Bromatológicas	Composição Bromatológica (%)		
	Fuste + galhos grossos	Galhos finos	Folhas
MS	51,44±3,78	40,41±2,60	23,25±1,30
Cinzas	3,97±0,62	7,25±1,77	9,83±1,48
Matéria Orgânica	87,84±0,67	84,67±1,71	81,21±1,12
Proteína Bruta	6,07±0,85	7,09±084	19,15±3,35
DIVMS	30,02±3,86	37,57±2,99	65,47±4,23
FDN	75,35±3,64	64,25±3,44	23,42±2,06
FDA	55,65±3,54	48,53±2,01	22,03±1,64

Fonte: adaptado de DRUMOND et al. (2007).

5.8 *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz (Catingueira)

Dentre as espécies nativas da Caatinga, a catingueira (*Poincianella pyramidalis*) apresenta grande potencial econômico devido à sua rusticidade e ao seu uso medicinal e, principalmente, à sua propriedade extrativa (OLIVEIRA, 1976). A espécie também possui potencial forrageiro, madeireiro e medicinal, com propriedades antidiarreicas.

Após o início das chuvas, em alguns dias a folhagem desta espécie libera um cheiro pungente, daí a origem do nome popular "catingueira", sendo nesta fase desprezada pelo rebanho. As folhas, então, secam e caem no início da estação seca, tornando-se uma forragem nutritiva neste período (PFEISTER; MALECHEK, 1986). Essa característica garante a disponibilidade de forragem de catingueira durante o período seco (HARDESTY et al., 1988).

Mesmo não sendo uma das espécies mais apreciadas pelos animais, sua importância como forragem se dá, pelo grande poder de brotação e pela manutenção de suas folhas verdes por um longo período do ano, podendo ser uma fonte importante de forragem na época mais crítica, quando o estrato herbáceo ainda não está desenvolvido. É durante as primeiras chuvas que a planta apresenta a folhagem nova, período que a catingueira é mais consumida pelos animais.

Figura 10 – Imagem da espécie catingueira

Fonte: DAMASCENO (2007).

Damasceno (2007), trabalhando com plantas nativas do Semiárido paraibano, dentre elas a catingueira, obteve valores médios de 93,26% de MS, 14,23% de PB e 46,91% de FDN, com valores superiores de MS e inferiores de PB, quando comparado com outros estudos (GONZAGA NETO et al*.,* 2001; ARAÚJO FILHO et al.,1998).

Tabela 4 – Teores (%) de MS, PB, fibra em FDN e EB (Kcal/kgMS) nas espécies catingueira, faveleria, feijão-bravo, jurema preta e mororó, na Fase de Vegetação Plena - FVP

Espécies	MS	PB	FDN	EB (kcal/ kgMS)
		(%)		
Catingueira	93,26 b*	14,23 b	46,91 bc	4,67
Faveleira	93,56 b	17,19 a	42,94 c	4,59
Feijão bravo	95,17 a	13,40 b	52,73 ab	4,95
Jurema preta	93,65 b	18,50 a	50,04 abc	5,11
Mororó	93,36 b	12,15 b	58,24 a	4,62
DMS	0,78	2,94	9,72	0,62
C.V %	0,63	14,76	14,69	9,91

Fonte: adaptado de DAMASCENO (2007)
Notas: * médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si (Tukey, 5 %)

5.9 *Opuntia* ficus indica Mill e *Nopalea cochenilifera Salm Duck* (Palma forrageira)

Como palma forrageira são conhecidas duas espécies, *Opuntia ficus indica* Mill – a mais utilizada – e *Nopalea cochenilifera* Salm Duck, as cactáceas mais cultivadas na Caatinga e no Nordeste brasileiro. Embora não tenham origem nessa região, aqui se adaptaram bem, trazidas pelos colonizadores e, possivelmente, por escravos. Segundo Santos et al. (2001), existiam em 2001, 500 mil hectares de palma plantados no Nordeste brasileiro, dos quais, cerca de 150 mil e 100 mil ha nos Estados de Alagoas e Pernambuco, respectivamente.

A palma é uma forrageira de longa tradição na pecuária nordestina e representam um suporte alimentar fundamental para os rebanhos no Semiárido. Embora considerada por alguns técnicos e criadores como forrageiras de baixo valor pelo excessivo teor de umidade (10 a 15% de MS), as palmas são alimentos com alta concentração de energia e boa digestibilidade, ricos em mineral, com excelente palatabilidade, ótimo potencial de produção por área e, principalmente, disponível nos períodos mais críticos de oferta de alimentos.

De acordo com Larcher (1986), a eficiência de utilização de água do solo pela palma forrageira gira em torno de 100 a 150 litros/kg de MS, enquanto que as gramíneas precisam, para produzir a mesma quantidade de matéria seca, 250 a 350 kg de água.

A palma se consolidou no Semiárido nordestino como forrageira estratégica fundamental nos diversos sistemas de produção pecuário, no entanto, é uma planta de enorme potencial produtivo e de múltiplas utilidades, podendo ser usada na alimentação humana, na produção de medicamentos, cosméticos e corantes, na conservação e recuperação de solos, cercas vivas, paisagismo, além de uma infinidade de usos. É a planta mais explorada e distribuída nas zonas áridas a Semiáridas do mundo, contudo sua real dimensão produtiva ainda não foi plenamente conhecida no Nordeste.

A maior área de palma forrageira no Nordeste se concentra no agreste e sertão dos estados de Alagoas e Pernambuco. Segundo Santos et al. (2006), cultivos bem conduzidos de palma forrageira produzem uma biomassa superior a 150 toneladas de matéria verde/ha/ano (ou 15 toneladas de matéria seca/ha/ano), desde que se associem práticas agronômicas adequadas e variedades de elevado potencial produtivo.

A palma forrageira é um dos alimentos fornecidos aos animais durante o período de estiagem, principalmente no sertão de Alagoas e no agreste de Pernambuco e da Paraíba (SANTOS et al., 1994).

Figura 11 – Área experimental em São João do Cariri

Fonte: acervo dos autores.

Na região Semiárida, são cultivadas as seguintes espécies: a) *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck (palma-miúda, palma-doce, língua-de-vaca, palma-pequena e palmatória-doce); b) *Opuntia ficus-indica* Mill (palma-graúda, palma-da-índia, palma-grande, palma-gigante); c) *Opuntia sp* (palma-redonda, orelha-de-onça e palma-orelha-de-onça). Seguir logo abaixo sua composição, na tabela 5.

Tabela 5 – Composição química de algumas cultivares de palma forrageira.

CULTIVARES	VARIÁVEIS (%)*					
	DIVMS	MS	PB	FB	Ca	P
Palma-gigante (*Opuntia ficus-indica*)	75,15	8,41	6,23	14,54	3,74	0,14
Palma-redonda (*Opuntia stricta*)	74,11	9,09	7,82	8,62	-	0,41
Palma-miúda (*Nopalea cochenillifera*)	77,37	11,10	5,21	7,66	2,06	0,17
Palma sem espinho (*Opuntia robusta* cv. Monterey)	-	6,70	8,38	-	-	0,22

Fonte: GREGORY; FELKER (1992) e LIRA et al. (1990).

Notas: *DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca (MS), PB = proteína bruta, FB = fibra bruta, Ca = Cálcio e P = fósforo.

Destaca-se, então, que o gênero *Opuntia* chega a ser três a quatro vezes mais eficientes na conversão de água em matéria seca, mesmo quando comparado com gramíneas tropicais (GREGORY; FELKER, 1992). Esta elevada eficiência no uso de água deve-se ao fechamento dos estômatos durante o dia e a abertura dos mesmos à noite, quando a eficiência da pressão de vapor é mínima.

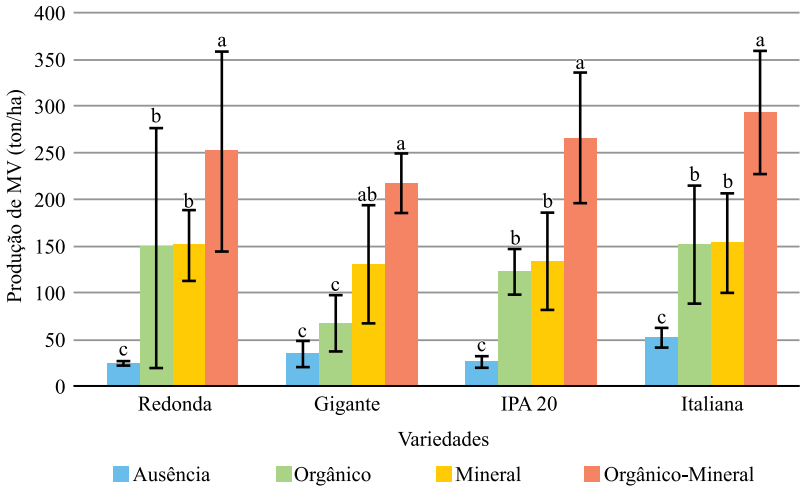
A palma forrageira é cultivada com sucesso no Semiárido nordestino desde o inicio deste século, assim como nas regiões áridas e semiáridas dos Estados Unidos, México, África do Sul, Austrália etc., por apresentar características morfofisiológicas que a tornam apropriada a essas regiões, constituindo-se uma das mais importantes bases de alimentação para bovinos. Possui as seguintes qualidades: a) bastante rica em água, mucilagem e resíduo mineral; b) apresentam alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca e; c) tem alta produtividade (TEIXEIRA et al., 1999).

A palma, segundo Nobel (1995), possui eficiência de uso de água até cinco vezes maior do que as plantas C_3, mesmo ocorrendo perda de água por transpiração, em razão da predominância desse fenômeno durante a

noite. A razão para a elevada eficiência de utilização de água pela palma forrageira se deve às suas características morfofisiológicas, o que lhe confere elevada capacidade de captação diária de CO_2 e reduzida perda de água, fenômenos que ocorrem geralmente à noite, cujo intercâmbio de gases é conhecido como metabolismo ácido das crassuláceas – Crassulacean Acid Metabolism – CAM, diferindo da assimilação fotossintética das plantas clorofiladas C3 e C4, caracterizadas por formarem como primeiro produto da fotossíntese, ácidos com três e quatro moléculas de Carbono, respectivamente (LOPES et al., 2007).

Apesar de ser, em geral, cultivada sob regime de sequeiro, é possível se obter alta produtividade de palma, para produção de forragem, na região Semiárida do Nordeste. De acordo com Carvalho Filho (1999), a palma sendo cultivada com as devidas correções de solo, capinas e adubações, chega a produzir 300 t de matéria verde (MV) ha^{-1}, a partir do 3º ano de idade. Viana (2007) realizou experimentos na Estação Experimental de São João do Cariri/PB, de 2004 a 2007, testando níveis de adubação organomineral no cultivo de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*). A produção de matéria verde (MV) da palma, obtida por aquele autor, foi maior no tratamento com adubação organomineral (257,3 t ha^{-1}) e o menor rendimento foi observado em ausência de adubação (34,5 t ha^{-1}) (Figura 4). Resultados igualmente auspiciosos foram encontrados por Santos et al. (1996), em Pernambuco, em oito anos de experimentação com palma, registrando acumulação de 127,6 t ha^{-1} de fitomassa verde, em dois anos, com uso de adubação orgânica, combinada com adubação química; com matéria orgânica, isoladamente, os autores obtiveram 87,9 t ha^{-1}, no mesmo período, enquanto o rendimento sem adubação orgânica, chegou a 51,0 t ha^{-1}. Menezes et al. (2002), avaliando a produtividade da palma em várias unidades de produção em Pernambuco e Paraíba, encontraram resultados de 204 3 t ha^{-1} de matéria verde, como produção média em 33 meses.

Figura 12 – Produção de matéria verde de variedades de palma, em diferentes manejos de adubação, no segundo ano após plantio, nas condições edafoclimáticas de São João do Cariri/PB



Fonte: VIANA (2007).

Nota: As barras verticais são representações gráficas do desvio padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes diferem, significativamente, entre si ($p<0,05$).

Em geral, a acumulação de água nas plantas está relacionada, diretamente, com a disponibilidade de água no solo, com a adaptação do vegetal ao meio e sua perda por evapotranspiração, altamente dependentes de suas características fisiológicas e de fatores climáticos. De acordo com Sampaio et al. (1995), após absorver grande quantidade de água do solo, a palma acumula água nos grandes vacúolos das células, utilizando o líquido de forma eficiente, em seus processos metabólicos, quando comparada às plantas C_3, em função de suas peculiares características anatômicas, morfológicas e fisiológicas e, assim, persiste às condições de déficits hídricos prolongados.

Costa et al. (2007), avaliando os efeitos da inclusão de palma em substituição ao milho, em níveis variando de 0 a 100% na dieta de cabras das raças Saanen e Parda Alpina, verificaram que à medida que se aumentou o nível de inclusão da palma forrageira, o consumo de água reduziu de 5,226 Kg para 0,121 Kg. Também, que os animais mantiveram a produção de leite, enaltecendo o adequado valor nutritivo da palma, em comparação ao milho. Este fato de grande relevância, principalmente para cabras leiteiras,

que necessitam de elevado aporte de água para assegurar a produção de leite torna-se ainda mais importante em condições em que a água disponível é de baixa qualidade (Tabela 6).

Tabela 6 – Produção de leite, gordura do leite e ingestão de água de acordo com os níveis de palma forrageira na dieta de cabras leiteiras

Parâmetros	Níveis de palma forrageira (%)					Ep[1]	Regressão	R^2
	0	7	14	21	28			
Produção leite, kg/d	1,50	1,58	1,63	1,63	1,54	0,18	X = 1,58	-
Gordura do leite, %	3,84[a]	3,84a	3,74a	3,46ab	2,97b	0,39	$\hat{Y}$= 4,26 - 0,21X	0,82
Ingestão de alimentos, kg/d								
Matéria natural	2,03e	4,19d	7,51c	10,69b	13,48a	1,05	$\hat{Y}$= -1,24 + 2,94X	0,99
Matéria seca	1,95b	2,10ab	2,30a	2,30a	2,31[a]	0,17	$\hat{Y}= 2,007e^{0,006X}$	0,81
Ingestão de água, kg/d								
Água voluntária	5,23[a]	3,92b	2,06c	0,42d	0,12d	0,91	$\hat{Y}$= 5,41- 0,08X	0,96
Palma forrageira	0,00e	1,70d	4,30c	7,15b	9,14[a]	0,59	$\hat{Y}$= -2,66 + 2,37X	0,99

Fonte: elaborada pelos autores.? Adaptado de Costa et al. (2007)
Notas: Letras iguais nas linhas não diferem pelo teste de Tukey a 1%. [1]Erro padrão da média.

Costa et al. (2007) estudando a substituição do milho por palma forrageira na dieta de cabras leiteiras, verificaram que as cabras mantiveram a produção de leite. Também relatam que a cada percentagem de inclusão da palma forrageira, houve um decréscimo de 80 ml na ingestão de água voluntária. Este fato é de grande relevância, principalmente, para cabras leiteiras, que necessitam de elevado aporte de água para assegurar a secreção do leite.

Chama atenção a capacidade de armazenamento de água nos cladódios. Assim, uma das vantagens do cultivo dessa espécie no Semiárido brasileiro é sua capacidade de disponibilizar água para os animais que se alimentam da planta como forragem. Bispo et al. (2007) verificaram redução linear no consumo de água de ovinos, com o incremento de palma forrageira na dieta dos animais (Tabela 7).

Tabela 7 – Consumo de água por ovinos alimentados com uma dieta à base de palma forrageira

Item	Níveis de palma na dieta (% na matéria seca)				
	0,0	14,0	28,0	42,0	56,0
Água consumida (L/dia/animal)	3,3	2,1	1,0	0,8	0,4

Fonte: BISPO et al. (2007).

Vieira (1996) observou, também, redução linear no consumo de água por caprinos, recebendo níveis crescentes de palma forrageira na dieta; mesmo diminuindo o volume de água bebida, aumentou o consumo de água, via dieta, com os níveis crescentes de palma. Reafirmando a importância da palma como um alimento que além das suas qualidades bromatológicas e rico em água, Pessoa (2007) constatou ausência total de consumo de água (via bebida) por novilhas leiteiras submetidas a dietas com 64,0% de palma forrageira em base da matéria seca.

Com relação ao valor nutricional, a palma é uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos, 61,79% (WANDERLEY et al., 2002) e nutrientes digestíveis totais, 62% (MELO et al., 2003). Por outro lado, apresenta baixos teores de fibra em detergente neutro, em torno de 26% (FDN), necessitando sua associação a uma fonte de fibra que apresente alta efetividade, para que seja necessária a manutenção das condições normais do rúmen, a fim de se prevenir desordens metabólicas (MATTOS et al., 2000; FERREIRA, 2005) (Tabela 8).

Tabela 8 – Composição bromatológica (%) de diferentes cultivares de palma forrageira

	MS%	PB	FDN	FDA	CHT	CNF	Cinzas
Opuntia (Redonda)	10,4	4,20	-	-	-	-	-
Opuntia (Gigante)	9,4	5,61	-	-	-	-	-
Opuntia (Redonda)	10,93	4,21	-	-	-	-	-
Nopalea (Miúda)	16,56	2,55	-	-	-	-	-
Opuntia (Gigante)	12,63	4,45	26,17	20,05	87,96	61,79	6,59
Opuntia (Gigante)	8,72	5,14	35,09	23,88	86,02	50,93	7,98
Opuntia (Gigante)	7,62	4,53	27,69	17,93	83,32	55,63	10,21
Nopalea (Miúda)	13,08	3,34	16,60	13,66	87,77	71,17	7,00
Opuntia (Gigante)	10,70	5,09	25,37	21,79	78,60	53,23	14,24
Opuntia (Gigante)	14,40	6,40	28,10	17,60	77,10	-	14,60
Nopalea (Miúda)	12,00	6,20	26,90	16,50	73,10	-	18,60
Opuntia (IPA-20)	13,08	6,00	28,40	19,40	75,10	-	17,10

Fonte: FERREIRA (2005).

Notas: MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; CHT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos.

5.10 *Manihot sp.*(Pornunça)

A pornunça, ainda não se sabe ao certo, mas acredita-se que pode ser um híbrido resultado do cruzamento natural entre *Manihot esculenta e M. pseudoglaziovii,* também é encontrada na região Semiárida. Com características intermediárias entre as duas espécies, a planta é tolerante a estresses hídricos intensos e produz grande quantidade de folhas que podem ser armazenadas em fenos e silagens para alimentação animal quando a vegetação nativa do Semiárido estiver seca.

Figura 13 – Estrutura foliar da Pornunça

Fonte: acervo dos autores.

Na Tabela 9, encontram-se os valores da composição bromatológica da maniçoba e da pornunça em resposta a diferentes tipos de adubação,

estudados por Vasconcelos et al. (2010). Não foi observada diferença significativa entre a maniçoba e a pornunça para os teores de MS, MM e MO. Quanto à PB, a pornunça apresentou maiores valores em relação à maniçoba, provavelmente porque a pornunça apresenta menor quantidade de ramos. Devido a isso, os teores de FDN, FDA e HEM foram maiores para a maniçoba. Araújo et al. (2004), avaliando o desempenho de ovinos submetidos a dietas contendo diferentes níveis de feno de maniçoba, encontraram teores para PB de (11%). Ferreira et al. (2009) avaliando sistema de poda e comparando maniçoba com pornunça obtiveram valores de proteína bruta em torno de 19,04 e 25,6 % para maniçoba e pornunça respectivamente.

Tabela 9 – Composição químico-bromatológica da pornunça e maniçoba em resposta a diferentes tipos de adubação

Espécie	MS (%)	Nutrientes (% da MS)					
		PB	Cinzas	MO	FDN	FDA	HEM
Maniçoba	28,53	11,09b	6,51	93,49	50,40a	31,42a	18,98[a]
Pornunça	29,24	13,91a	6,29	93,71	44,85b	28,22b	16,63b
Adubação							
Sem adubo	28,52	12,01	6,23	93,77	48,88	32,13	16,75
Adubo químico	28,72	11,96	6,56	93,44	49,18	28,89	20,29
Esterco bovino	28,85	12,34	6,42	93,58	46,79	29,68	17,10
Digesta bovina	29,44	13,10	6,41	93,59	45,65	28,57	17,08

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: MS = matéria seca; PB = proteína bruta; MO = cinzas; FDN = fibra em dergente neuro; FDA = fibra em dergente ácido; HEM: hemicelulose.

A pornunça pode manter a folhagem o ano inteiro, pois suas raízes possuem uma grande capacidade de reserva de água e nutrientes, mesmo quando há déficit hídrico no solo, como acontece durante a estação seca na região Semiárida. Ainda não se sabe como surgiu, mas acredita-se que a espécie é um híbrido natural. Segundo estudos realizados pela Embrapa Semiárido, de Petrolina, a planta apresenta baixa toxicidade, possui cinco vezes menos ácido cianídrico (HCN) do que a maniçoba.

4.11 *Capparis flexuosa* (Feijão-bravo)

O feijão-bravo é uma planta da região semiárida do Nordeste do Brasil, pertencente à família *Capparaceae*, que cresce nos bosques secos do Se-

miárido do Brasil, permanecendo verde durante todo o ano, produzindo folhas novas, principalmente na época seca, onde é apreciada por bovinos, caprinos e ovinos, além de uma composição química (folhas e ramos finos), variando de 16,77 a 17,51% de PB; FB = 21,30 a 34,31%; EE = 2,63 a 4,92%; MM = 9,83 a 10,20%; DIVMS = 61,73%, MS = 46,22% (SILVA; MEDEIROS, 2006).

Figura 14 – Vista do feijão-bravo (*Capparis flexuosa*)

Fonte: acervo dos autores.

O feijão-bravo é um arbusto de 3 a 6 m de altura, de talo simples ou ramificado ereto e inclinado, com copa de cor escura, levemente rugosa. As folhas são alternadas, dísticas, de forma oval ou elíptica e ligeiramente lobulada, que mede de 4 a 10 cm de comprimento e 2 a 6 cm de largura. A inflorescência está localizada na axila terminal, reduzida, às vezes simplesmente terminal, possuindo ramos com 2-7 flores (LIMA, 1989; citado por BARRETO, 2005).

Soares (1989), trabalhando com fenologia do feijão-bravo, utilizando diferentes densidades de plantas por hectare observou que no tratamento de maior densidade, as produções de matéria seca foram constituídas de, aproximadamente, 50% de folhas e frutos. Na mesma densidade, a contribuição da folhagem foi apenas 18%. A altura das plantas variou de 1,65 a 1,80 m; quanto à área da copa, os valores variaram de 0,42 a 0,65 m^2. O autor conclui que o estágio de fenologia observado para o feijão-bravo, tem mostrado a perenidade da produção biológica nas diversas densidades de plantio utilizadas, entretanto, é intensificado durante o período normal de ausência das chuvas. Na Tabela 10, o autor apresenta os dados de composição química observados para partes do feijão-bravo. Produções de 638 a 1.490 kg de MS/ha de folhas e 1.150 a 1.800 kg/ha de frutos foram observados, quando são plantadas em uma densidade de 500 a 1.000 plantas/ha.

Tabela 10 – Composição química e digestibilidade in vitro (%) da folhagem de feijão-bravo nas diversas densidades de plantio, com 2 a 5 meses de idade.

Plantas/ha	MS	PB	FB	EE	ENN	MM	DIVMS
1.666	46,22	19,80	35,31	5,69	27,82	11,38	66,84
2.500	47,97	17,51	33,66	4,92	33,58	10,33	63,68
3.333	47,88	19,64	34,92	5,57	28,53	11,34	65,58
5.000	48,27	20,85	35,76	6,01	27,18	10,20	63,27
10.000	52,75	18,79	34,31	5,65	30,45	10,80	61,73

Fonte: SOARES (1989).

Avaliando o desempenho de ovinos Santa Inês na fase de recria, alimentados com feno de feijão-bravo como fonte exclusiva de volumoso, em diferentes relações volumoso concentrado, representando 20, 40, 60 e 80 % de feijão bravo, Barreto (2005) observou consumos de MS variando entre 3,98 e 4,16% do peso vivo, ganhos de peso de 219,92; 194,75; 162,50 e 50,60 g/dia, para os níveis de 20, 40, 60 e 80%, respectivamente (Tabela 11). Concluíram que, apesar do elevado consumo de MS, em relação ao peso, vivo, o ganho de peso vivo reduziu bastante no mais elevado nível de inclusão. No entanto, pode-se inferir que a inclusão de 60% de feno de feijão-bravo na dieta garantiu desempenhos satisfatórios.

Tabela 11 – Consumo de Matéria Seca (CMS), Consumo de Proteína Bruta (CPB), Consumo de FDN (CFDN), Ganho de Peso Diário (GPD) e Conversão Alimentar (CA) de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo níveis crescentes de feno de Feijão-Bravo.

Variáveis	Níveis de inclusão de feno de feijão-bravo (%)			
	20	40	60	80
CMS (g)	1084,10	1206,70	1083,43	849,57
CMS (%PV)	4,16	4,64	4,68	3,98
CPB (g)	172,80	177,93	153,24	113,49
CFDN (g)	329,10	447,99	466,83	425,89
GPD (g)	219,92	193,75	162,50	50,60
CA	4,82	5,99	7,30	12,20

Fonte: BARRETO (2005).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Semiárido brasileiro apresenta uma vasta e densa vegetação com alto potencial forrageiro, assumindo assim suma importância para a alimentação de grandes e pequenos ruminantes da região, principalmente, para explorações semiextensivas e extensivas. Todavia, o grande desafio da pecuária é utilizar os recursos da caatinga e preservar a sua sustentabilidade. Apesar das várias alternativas de exploração propostas, a maioria apresenta a grande limitação em decorrência da alta variabilidade temporal e espacial da acumulação da fitomassa, que é diretamente proporcional às condições da precipitação pluvial da região.

É importante ressaltar que muitas plantas nativas da caatinga apresentam elevado potencial de produção e excelente valor nutritivo e poderiam ser utilizadas com o objetivo de elevar a oferta de forragem e incrementar o valor nutritivo das dietas dos animais. Contudo, ainda são poucos os estudos existentes sobre métodos de plantio, manejo e formas de utilização, conservação e armazenamento e, mais especificamente, sobre a inclusão delas em dietas e análise econômica na produção de caprinos e ovinos.

Para um bom sistema de exploração, a suplementação se faz necessária na época da seca, tendo como base o fornecimento de volumoso potencialmente digestível, com destaque para os fenos, assim como o uso de silagens de plantas nativas e, ou, resíduos da agroindústria.

Apesar das pesquisas já realizadas, ainda há muito a ser estudado em áreas de caatinga, visto que a região semiárida é imprevisível às intempéries tornando-se necessárias tecnologias agrícolas mais apropriadas às condições edafoclimáticas da região como forma de superar as dificuldades de disponibilidade de forragem na estação seca. Umas das estratégias para a exploração sustentável do Semiárido é a introdução das lavouras xerófilas, como prática de cultivo regular em substituição aos plantios convencionais até então adotados. É fundamental aliar sempre a produção sustentável com a rentabilidade do produtor rural, no contexto dos valores e vocações locais.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **O domínio morfoclimático do semiárido das caatingas brasileiras**. Teresina: UFPI, 1984.

_____. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Estudos Avançados**, v. 13, n. 36, p. 7-59, 1999.

_____. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AGRA, M. J. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 17, n. 1, p. 114-140, 2007.

AGRA, M. F.; SILVA, K. N.; BASÍLIO, I. J. L. D.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Rev. Bras. Farmacogn.,** v. 18, n. 3, p. 472-508, 2008.

ANDRADE, A. P.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S.; COSTA, R.G.; XIMENES, L. J. F. Variabilidade sazonal da oferta e demanda de forragem no Semiárido brasileiro. In. XIMENES, L. J. F et al. (Eds.) **Ciência e tecnologia na pecuária de caprinos e ovinos.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010. p. 23-69.

ANDRADE, A. P.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S. Produção animal no Semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária,** João Pessoa, v. 4, n. 4, p.1-14, 2010.

ANDRADE, A. P.; SOUZA, E. S.; SILVA, D. S. et al. 2006. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos "pulsos-reservas". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...**, 2006. João Pessoa, 2006.

ANDRADE-LIMA, D. de. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, p. 149-153, 1981.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

ANTUNES, V.; CARDOSO, E. J. B. N. Growth and nutrient status of citrus plants as influenced by phophorus applications. **Plant Soil**, v. 131, p. 11-19, 1991.

ARAÚJO, D. C. de. **Umidade e cobertura morta do solo no desenvolvimento do maracujazeiro amarelo em sacos de polietileno**. Areia/PB: Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 1998. 47p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, 1998.

ARAÚJO, G. G. L.; CAVALCANTI, J. Potencial de utilização da maniçoba. In: SIMPÓSIO PARAIBANO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 3. 2002. Areia/PB. **Anais...,** Areia-PB, 2002. (CD ROM).

ARAÚJO, G. G. L; MOREIRA, J. N; FERREIRA, M. A; TURCO, S. H. N; SOCORRO, E. P. Consumo voluntário e desempenho de ovinos submetidos a dietas contendo diferentes níveis de feno de maniçoba. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, p. 123-130, 2004.

ARAÚJO FILHO, J. A. de; BARROS, N. N.; DIAS, M. L.; SOUSA, F. B. de. Desempenho de caprinos com alimentação exclusiva de jurema preta (*Mimosa sp*.) e sabiá (*Mimosa acustitipula*). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27. 1990. Campinas: **Anais...**, Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990.

ARAÚJO FILHO, J. A.; SILVA, N. L. Alternativas para o aumento da produção de forragem na caatinga. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5., 1994. Salvador. **Anais...**, Salvador: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 1994.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral: Embrapa-CNPC, 1995. (Embrapa-CNPC. Circular Técnica, 11).

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral, CE: Embrapa-CNPC, 1997. (Embrapa-CNPC. Circular Técnica, 13).

ADH. ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Índice de Desenvolvimento Humando (IDH) - Indicadores e análises de desenvolvimento humano, 2000.

BARBOSA, H. P. **Tabela de composição de alimentos do estado da Paraíba.** Setor agropecuário. Fapep/UFPB/Gov. do Estado/PB, 1997.

BARBOSA, A. S.; ANDRADE, A. P. **Uma breve descrição e ecologia de algumas cactáceas de ocorrência no semiárido paraibano, Brasil**. Grupo Lavoura Xerófila. Acesso online em: <http://www.insa.gov.br>. Acesso em: 19 jun. 2011.

BARRETO, G. P**. Utilização do feno de feijão-bravo (Capparis flexuosa L.) em dietas para ovinos Santa Inês.** 2005. 69p: il. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Areia/PB, 2005.

BARROS, N. N.; SALVIANO, L. M. C.; KAWAS, J. R. Valor nutritivo de maniçoba para caprinos e ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 387-392, 1990.

BEELEN, P. M. G.; BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G.; MEDEIROS, A. N.; ARAÚJO FILHO, J. A.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência dos taninos condensados sobre a degradabilidade ruminal de jurema preta (*Mimosa hostilis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia*) e mororó (*Bauhinia cheilantha*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XL Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. p. 1-3.

BEGG, J. E.; TURNER, N. C. Crop water deficits. Advances in agronomy. San Diego, New York: **Academic Press**, v. 28, p. 161-217, 1976.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1.902-1.909, 2007.

BOYER, J. S. Advances in drougth tolerance in plants. Advances in Agronomy, New York, **Academy Press**, v. 56, p. 187-218, 1996.

BRASIL. Ministério da Integração Social. **Bases para a criação da Sudene**: por uma política de desenvolvimento sustentável para o Nordeste. Brasília, 2003.

_____. **Relatório final do grupo de trabalho interministerial para redelimitação do Semiárido Nordestino e do Polígono das Secas**. Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2005.

_____. Plano estratégico de desenvolvimento sustentável do Semiárido. Brasília, 2003. Versão para discussão disponível em: <http://www.integracao.gov.br/desenvolvimento regional/ publicacoes /pdsa.asp>. Acesso em: 19 jun. 2011.

BRAGA, R. [sd]. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará.** 4ed. Escola Superior de Agricultura de Mossoró: Editora Universitária da UFRN.

BRHUN, J.; LINDGREN, J. Cactaceae Alkaloids XXIII: alkaloids of *Pachycereus pectin-aboriginum* and *Cereus jamacaru.* ***Lloydia***, v. 39, p. 175-177, 1976.

CÂNDIDO, M. J. D. **Caatinga –** Importante recurso forrageiro do Nordeste brasileiro. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa/MG, jun., 1999.

CANUTO, V. T. B.; CAVALCANTI, A. F. S. C.; MELO NETO, M. L. Influência do armazenamento associado a métodos para a quebra de dormência em sementes de maniçoba (*Manihot caerulescens*). In: ENCONTRO NORDESTINO DE MANIÇOBA, 1., Recife, 1989. **Anais...**, Coleção Mossoroense. Recife: IPA, 1989. p. 58-70.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A. P. D.; OLIVEIRA, M. H. A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbuscular em porta-enxertos de citros. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 10. p. 25-30, 1986.

CARLESSO, R. **Influence of soil water defícts on maize growth and leaf are adjustments.** East Lonsing, Michigan State University. 1993. 275p. Tese de (Doutorado). East Lonsing, Michigan State University, 1993.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível *versus* extraível e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, v. 25, p. 183-188, 1995.

CARLESSO, R.; SANTOS, R. F. Disponibilidade de água às plantas de milho em solos de diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 23, p. 17-25, 1999.

CARVALHO FILHO, O. M. de; SALVIANO, L. M. C. **Evidências da ação inibidora da jurema preta na fermentação *in vitro* de gramíneas forrageiras**. Boletim de pesquisa, 11. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1982.

CARVALHO FILHO, O. M. de **Produção de forragem em diferentes sistemas de cultivo de palma forrageira**. Petrolina, Embrapa-CPTSA, 1999. (Embrapa-CPATSA. Pesquisa em Andamento, 94).

CAVALCANTI, N. de B. **Ocorrência e utilização do facheiro (Pilosocereus pachycladus Ritter.) nas caatingas de Pernambuco, Bahia e Paraíba**. Embrapa Semiárido, Petrolina/PE. 2004. Disponível em: <http://www.imbubrasil.jex.com.br>. Acesso em: 25 out. 2010.

CAVALCANTI N. de B.; RESENDE G. M. **O consumo da favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*) pelos caprinos na caatinga.** O imbuzeiro e caatinga. Embrapa Semiárido, Petrolina/PE. 2006. Disponível em: <http://imbuzeiro.blogspot.com>. Acesso em: 28 jan. 2007.

COSTA, C.; FACTORI, M. A.; PERSISHETTI JUNIOR, P.; PANICHI, A. **Silagem de grãos úmidos**. DBO - **Mundo do leite**, São Paulo, v. 28, p. 28-29, dez. 2007.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. Columbia University Press, New York, 1981.

DAMASCENO, M. M. **Composição bromatológica de forragem de espécies arbóreas da caatinga paraibana em diferentes altitudes**. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido). Patos/PB: UFCG, 2007.

DAS, D. K.; JAT, R. L. Influence of three soil-water regimes on root porosity and growth of our rice varieties. **Agronomy Journal**, 69, p.197-200, 1977.

DRUMOND, M. A.; SALVIANO, L. M. C.; CAVALCANTI, N. B. Produção, distribuição da biomassa e composição bromatológica da parte aérea da faveleira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, UFRPE, Recife, v. 2, n. 4, p. 308-310, out./dez., 2007.

DUQUE, G. **O nordeste e as lavouras xerófilas** 3.ed. Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Fundação Guimarães Duque - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnologia. Programa do Trópico Semiárido. Coleção Mossoroense, v. CXLIII, p. 316, 1980.

_____. **O nordeste e as lavouras xerófilas.** 4.ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004a.

_____. **Solo e água no polígono das secas.** 6.ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004b.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Amendoim forrageiro melhora qualidade do pasto.** Disponível em: <http://www.embrapa.com.br>. Acesso em: 19 jun. 2010.

FARIA, W. L. F. **A jurema preta (*Mimosa hostilis* Benth) como fonte energética do Semiárido do nordeste – carvão**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R.; BRAGA, L. G. T.; MORAES, S. A.; ARAÚJO, G. G. L. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, p. 129-136, 2009.

FERREIRA, M. de A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, p. 68, 2005.

FIGUEIREDO, M. V.; GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E. C.; SARMENTO, J. L. R.; ANDRADE, M. V. M.; PINTO, M. S. C.; LIMA, J. A. Avaliação da composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* do feno de Desmanthus virgatus. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa/MG, **Anais...**, UFV/Viçosa, 2000a.

FIGUEIREDO, M. V.; PIMENTA FILHO, E. C.; GUIM, A.; SARMENTO, J. L. R.; ANDRADE, M. V. M.; PINTO, M. S. C. Estudo descritivo de *Desmanthus virgatus:* uma revisão. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2., Teresina/PI, **Anais...**, SNPA, Teresina, p.341-344, 2000b.

FIGUEIREDO, R. W. Histórico da maniçoba no Brasil, potencialidade, multiplicação e produção. In: ENCONTRO NORDESTINO DE MANIÇOBA, 1. Mossoroense, C) Histórico da maniçoba no Brasil, potencialidade,1989, Recife. **Anais...**, Recife: IPA, 1989. p. 29-57.

GONZAGA NETO, S; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; MARTINEZ, R. L. V.; BARBOSA, J. E. A.; SILVA, E. O. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade *in vivo* de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinia bracteosa),* fornecidas para ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, 2001.

GREGORY, R. A.; FELKER, P. Crude protein and phosphorus contents of eight contrasting Opuntia forage clones. **Journal of Arid Environments**, v. 2, p. 323-331, 1992.

GUTTERIDGE, R. C. Other species of multipurpose forage tree legumes. In: GUTTERIDGE, R. C.; SHELTON, H. M. (editors). **Forage tree legumes in tropical agriculture**. CAB International. Wallingford, 1994. p 97-108.

HARDESTY, L. H.; BOX, T. W.; MALECHEK, J. C. Season of cutting affects bio mass production by coppicing browse species of the Brazilian caatinga. **Journal of Range Management**, v. 41, n. 6, p. 447-80, 1988.

HARGREAVES, G. H. **Potencial evapotranspiration and irrigation requiriments for Northeast Brazil**. Utah State University, 1970.

KHARAT, S. T.; PRASAD, V. J.; SOBALES, B. N.; SANE, N. S.; JOSHI, A. L.; ANGNEKAR, D. V. Note on comparative evaluation of Leucaena leucocephala, *Desmanthus virgatus* e *Medicago sativa* for cattle**. Indian Jour. of Animal Sci,** v. 50, p. 638-639, 1980.

LEAL, I. R.; VICENTE, A.; TABARELLI, M. Herbivoria por caprinos na caatinga da região de Xingó: uma análise preliminar. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003.

LEITE, E. R.; VIANA, J. J. Avaliação do potencial forrageiro nos Cariris paraibanos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XXIII 1986. Campo Grande. **Anais...**, Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986.

LIMA, A. D. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989.

LIMA, J. L. S. **Plantas forrageiras da caatinga - uso e potencialidades**. Petrolina/PE: Embrapa-CPATSA/PNE/RBG-KEW, 1996.

LIRA, M. de A.; FARIAS, I.; SANTOS, M. V. F. dos. Alimentação de bovinos no nordeste – Experimentação com forrageiras e pastagens. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 3, 1990, João Pessoa. **Anais...**, João Pessoa, 1989. p.108-133.

LIBERMAN, D. Seasonality and phenology in dry tropical forest in Ghana. **Journal of Ecology**, Oxford, n. 70, p. 790-906, 1982.

LORENZI H. Á**rvores brasileiras**. Vol.2. 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998.

LOPES, E. B. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino.** João Pessoa: Emepa/Faepa, 2007.

LUDLOW, M.; MUCHOW, R. C. A critical evaluation of this for improving crop yields in watter-limited environments. **Advance in Agronomy**, v. 43, p. 107-153. 1990.

MAIA, G. N. **Caatinga - árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004. p. 237-246.

MANERA, G.; NUNES, W. **Convivendo com a seca**: plantas forrageiras. Feira de Santana. 2001. p. 7-8.

MATTOS, L. M. E. de; FERREIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. dos; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; BATISTA, Â. M. V.; VÉRAS, A. S. C. Associação da palma forrageira (Opuntia ficus indica Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2.128-2.134, 2000.

MATZENAUER, R.; SATILI, R. A água na cultura do milho. **Ipagro Informa**, v. 26, p.17-32, 1983.

MECKES-LOZOYA M, LOZOYA X, MARLES RJ, SOUCY BREAU C, SEN A, ARNASON, J. T. N.N-Dimenthyltryptamine alkaloid in Mimosa tenuiflora Bark (Tepescohuite). **Arch Inv Med**, v. 2, p. 175-177, 1990.

MEDINA, E. **Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forest**. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H.; MEDINA, A. (eds.). Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, 1995, 221-242.

MELO, A. A. S. de; FERREIRA, M. de A.; VÉRAS, A. S. C.; LIRA, M. de A.; LIMA, L. E. de; VILELA, M. da S.; MELO, E. O. S. de; ARAÚJO, P. R. B. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica Mill*) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.

MELO, M. S. **Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com histórias de usos diferentes no Nordeste do Pará-Brasil**. 2004, 116f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PORTO, I.; SOUZA, F. J. Avaliação da produtividade de palma forrageira agrícola familiar no Agreste e Curimataú da Paraíba. In: SILVEIRA, L. M.; PETERSEN P.; SABOURIN, E. (org.) **Agricultura familiar e agroecologia no Semiárido**: avanços a partir do Agreste da Paraíba. Rio de Janeiro, AS-PTA, 2002. p. 275-280.

MENEZES, R. S. C.; GARRIDO, M. da S.; PEREZ M., A. M. Fertilidade dos solos no Semiárido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...**, Recife: SBCS, 2005. CD-ROM.

MCCREE, K. J.; FERNANDEZ, C. J. Simulation model for studyng physiological water stress responses of whole plants. **Crop Scienc**, v.29, p. 353-360, 1989.

MOREIRA F., E. C. **Caracterização de plantas de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffman) submetidas a manejos do solo, densidades de plantio e alturas de corte.** 69 p.: il. Areia/PB: CCA/UFPB, 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Orientador: Divan Soares da Silva.

NASSAR, N. M. A. Alguns aspectos sobre o melhoramento genético da maniçoba. In: ENCONTRO NORDESTINO DE MANIÇOBA, 1. 1989. **Anais...**, Coleção Mossoroense. Recife: IPA, 1989. p. 9-14.

NOBEL, P. S. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (eds). Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. **FAO Plant Production and Protection Paper**, v. 132, p. 36-48, 1995.

NOY-MEIR, I. Desert ecosystems: environment and producers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p. 25-51, 1973.

OLIVEIRA, O. F. **Caatinga**. Mossoró: Esam, 1976.

OLIVEIRA, E. L. de. **Efeito do estresse hídrico sobre características da cultura do pimentão** (*Capsicum annuum* L). Areia/PB: Universidade Federal da Paraíba - UFPB,1995. 86p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal da Paraíba, 1995.

OLIVEIRA, M. R.; RODRIGUES, J. M. E.; CHIAVONE-FILHO, O.; MEDEIROS, J. T. N. Estudo das condições de cultivo da Algaroba e Jurema preta e determinação do poder calorífico. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 14, p. 93-104, 1999.

OLIVEIRA JÚNIOR, S. O.; CUNHA, M. G. G.; SOUZA, W. H. Forrageiras nativas e exóticas utilizadas na produção de fenos para alimentação animal**. Caprinos e ovinos, produção e processamento.** Emepa, João Pessoa, 2005. p.73-85.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE A DESERTIFICAÇÃO, 1977, Nairobi (Quênia). **Anais...,** Nairobi, 1977.

PASSOS, R. A. M. Jurema preta – composição bromatológica e valor nutritivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XXVIII, 1991. João Pessoa. **Anais...**, João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1991.

PEREIRA FILHO, J. M; AMORIM, O. S.; VIEIRA, E. L.; SILVA, A. M. A.; CEZAR, M. F.; AMORIM, F. U.; SOUSA, I. S. Efeito do tratamento químico com hidróxido de sódio sobre a degradabilidade *in situ* da FDN e da PB do feno de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Wild**)** In: REUNIÓN DE LA ASSOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL - XVII ALPA, 2001, Havana. **Anais...**, v. 9. p. 1-3. Havana, 2001.

PEREIRA FILHO, J. M.; VIEIRA, E. L.; SILVA, A. M. A.; CÉZAR, M. F.; AMORIM, F. U. Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*, Wild). In: **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 70-76, 2003.

PEREIRA FILHO, J. M.; VIEIRA, E. L.; KAMALAK, A.; SILVA, A. M. A.; CEZAR, M. F.; BEELEN, P. M. G. Correlação entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret) tratada com hidróxido de sódio. **Livestock Research for Rural Development**, v. 17, art. 91, 2005. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17>. Acesso: 19 mai. 2011.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A. de; COSTA, J. R.; DIAS, J. M. Análise da regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 413-426, 2001.

PESSOA, R. A. S. **Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia para novilhas e vacas leiteiras**. 2007. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PETER, A. M. B. **Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastoreio associativo na caatinga do Semiárido de Pernambuco**. Recife/PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992.

PFEISTER, J. A.; MALECHEK, J. C. Dietary selection by goats and sheep in deciduous woodland of Northeastern Brazil. **Journal of Range Management**, v. 39, n. 1, p. 24-28. 1986.

PINTO, M. S. C.; CAVALCANTE, M. A. B.; ANDRADE, M. V. M. Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET.** Vol. VII, n. 4, abr. 2006.

QUEIROZ, M. A.; MALAVASI, A. **Plano Diretor do INSA**. 2007. Disponível em: <www.insa.gov.br.>. Acesso em: 5 jun. 2011.

SÁ, M. H.; VARGAS, M. A. T. Fixação biológica do nitrogênio por leguminosas forrageiras. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Eds). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p. 127-152.

SÁ, I. B.; RICHÉ, G. R.; FOTIUS, G. A. As paisagens e o processo de degradação do Semiárido nordestino In: **Biodiversidade da caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: MMA-UFPE; Brasília: 2004. p.17-36.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, J. H.; SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do Semiárido do Nordeste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1995, Petrolina. **Anais...**, Petrolina: SBCS, 1995, p. 51-71.

SAMPAIO, E. V. de S. B. Características e potencialidades. In: GARIGLIO, M. et al. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga.** Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010, p. 29-42.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; NASCIMENTO, M. M. A. do; LIRA, M. de A.; TABOSA, J. N. Estimativas de parâmetros genéticos em clones de palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 12, p. 1947-1957, 1996.

SANTOS, D. C. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; DIAS, F. M.; PEREIRA, V. L. A. **Níveis de nitrogênio e fósforo em palma forrageira (Opuntia ficus-indica) clone IPA-20 sob dois espaçamentos**. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 4., Petrolina/PE, 2001. p. 381-383.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**. IPA. Documentos, 30. Recife: IPA, 2006.

SALVIANO, L. M. C.; NUNES, M. do C. F. S. **Feno de maniçoba na suplementação de novilhos alimentados com feno de capim buffel**. Boletim de pesquisa, n. 38. Petrolina: Embrapa-CPASTSA, 1991.

SCHLESINGER, W. H.; REYNOLLDS, J. F.; CUNNINGHAM, G. L.; HUENNEKE, L. F.; JARRELL, W. M.; VIRGINIA, R. A.; WHITFORD, W. G. Biological feedbacks in global desertification. **Science**, v. 247, 1990.

SILVA, D. S.; MEDEIROS, A. N. Eficiência do uso dos recursos da caatinga: produção e conservação. II SINCORTE – II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE. **Anais...**, João Pessoa/PB, 2006. (CD ROM).

SILVA, E. G.; DUARTE, H. S.; SILVA, M. G. S.; ALMEIDA, G. R. Análise qualitativa e quantitativa de substâncias antinutricionais em leguminosa forrageira jurema preta (*Mimosa hostilis Benth*)**.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, VIII. 1998. Recife. UFRPE. **Anais...**, Recife, 1998.

SILVA, R. M. A. **Entre o combate e à convivência com o Semiárido**: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Tese (Doutorado). Centro de Desenvolvimento Sustentável. UnB. Brasília, 2006.

SILVA, D. S.; ANDRADE, M. V. M; ANDRADE, A. P.; CARNEIRO, M. S. S.; OLIVEIRA J. S. Bromatologic composition of the herbaceous species of the Northeastern Brazil Caatinga**. Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 756-764, 2011.

SOARES, J. G. G. Utilização e produção de forragem de maniçoba. I ENCONTRO NORDESTINO DE MANIÇOBA, 1. 1989. Recife. **Anais...,** Coleção Mossoroense, C. Recife: IPA, 1989. p. 20-28.

_____. **Cultivo da maniçoba para produção de forragem no Semiárido brasileiro**. Comunicado Técnico, 59. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1995.

_____; SALVIANO, L. M. C. **Cultivo da maniçoba para produção de forragem no Semiárido brasileiro**. Instruções Técnicas, n. 33. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2000.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. dos; SALES, F. das C.; LEITE, R. de A.; SOUSA, A. A. de. Decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de caatinga. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2007, Gramado. **Anais...**, Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil.** 2006. 150f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

STEWART, D. A.; NIELSEN, D. R. **Irrigation of agricultural crops**. Agron. Mon, 30. Madison: American Society of Agronomy. 1990.

TAIZ, L.; ZEIGER, S. **Plant physiology. Redwood City**. The Benjamim Cummings Publishing Company, 1991.

TEIXEIRA, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; PEREZ, J. R. O.; TRINDADE, I. A. C. M.; MORON, I. R. Cinética da digestão ruminal da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera (L.) Lyons Cactáceae*) em bovinos e caprinos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 179-186, 1999.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal Animal Science**, v. 24, n. 3, p. 834-843, 1965.

VASCONCELOS, M. A. **Composição química e degradabilidade do feno da maniçoba (*Manihot epruinosa* Pax & Hoffmann) em ovinos**. 70p. Dissertação (Mestrado) Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000.

VASCONCELOS, W. A.; SANTOS, E. M.; EDVAN, R. L. et al. Morfometria, produção e composição bromatológica da Maniçoba e Pornunça, em resposta a diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 2, p. 36-43, 2010.

VASCONCELOS, V. R. **Caracterização química e degradação de forrageiras do Semiárido brasileiro no rumem de caprinos.** 1997. 85 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.

VIANA, B. L. **Rendimentos de variedades de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) em função da adubação organo-mineral no Cariri paraibano**. Areia, UFPB, 2007. 35p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, 2007.

VIEIRA, M. E. Q.; ARAÚJO, E. C.; CARDOSO, G. A. Valor nutritivo e consumo de forrageiras nativas da região Semiárida do Estado de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza, **Anais...**, SBZ, 1996, v. 2. p. 257-259.

WANDERLEY, W. L., FERREIRA, M. A., ANDRADE, D. K. B. et al. Palma forrageira (*Opuntia* ficus *idica Mill*) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.

Capítulo 4

Importância do melhoramento genético de diferentes tipos de sorgo para as mesorregiões do Agreste, Sertão e afins do Semiárido Brasileiro

José Nildo Tabosa
Alexandre Hugo Cézar Barrros
Fernando Gomes da Silva
Ana Rita de Moraes Brandão Brito
Aluizio Low Simões
Fernando Lucas Torres de Mesquita
Marta Maria Amâncio do Nascimento
José Gomes da Silva Filho
José Geraldo Eugênio de França
Ademar Barros da Silva *(In memoriam)*
Ivan Ferraz
Eric Xavier de Carvalho
Antônio Luiz Cordeiro
Josimar Bento Simplício

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Cultura do Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) provavelmente foi "domesticado" na Etiópia, cerca de 5000 anos atrás, e em seguida foi cultivado na África Ocidental, desde o Sudão até o rio Niger. Esta "domesticação", possivelmente, se processou cerca de 1.500 anos antes de serem desenvolvidos os primeiros arados de madeira (FERNANDES, 1981). É uma cultura relativamente nova nas Américas, tendo sido introduzido nos Estados Unidos em 1857. No Brasil, a sua introdução se atribui aos escravos e a cultura ficou conhecida como milho d'Angola (LIRA, 1981). Embora seja uma cultura antiga, foi somente no final do século XIX que apresentou importância dentre os cereais, chegando a ser o quinto do mundo em área cultivada, após o trigo, milho, arroz e cevada (OLIVETTI; CAMARGO, 1997; LIMA, 1998; FAO, 2008), conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Os cinco cereais mais importantes do mundo em área cultivada, em 2008/10/16.

Cereal	Área (ha) 2008	Área (ha) 2010	Área (ha) 2016
Trigo	222.789.034	216.974.683	220.107.551
Milho	161.203.204	161.908.449	187.959.116
Arroz	157.654.474	153.652.007	159.807.722
Cevada	56.282.629	47.892.680	46.923.218
Sorgo	45.019.202	40.508.600	44.771.056

Fonte: FAO (2008; 2010; 2016).

A utilização do sorgo é multivariada, desde a alimentação humana e animal, até a produção largamente encontrada na alimentação humana sob a forma de farinha na Índia, China, Sudão, Etiópia, Nigéria e outros países da África. No Ocidente, onde a cultura foi introduzida em meados do século passado, é utilizado como substitutivo do milho na alimentação animal.

Além disso, a cultura tem uso na elaboração de xaropes, álcool e açúcar, particularmente na Itália, que configura-se como primeira em cultivo para este propósito. Outro aspecto de utilização da cultura é evidenciado quanto à produção de forragem armazenada, sob a forma de feno e silagem, merecendo a primeira, grande destaque nos Estados Unidos. Atualmente,

os maiores índices de produtividade de sorgo granífero do mundo são representados pelos Estados Unidos, México e Argentina, em decorrência do alto nível tecnológico empregado no manejo da cultura.

No Brasil, a cultura do sorgo começou a ser intensificada a partir da década de 70, onde tornou-se significativamente comercial, quando a área de plantio alcançou 80 mil hectares, concentrados principalmente no Rio Grande do Sul e São Paulo (LIRA, 1981). Por outro lado, vale salientar que, embora apresentando elevado nível de conhecimento tecnológico sobre a cultura por parte das entidades de pesquisa e da alta capacidade de produção das cultivares disponíveis no mercado, a área de cultivo e produtividade média nacional têm se mantido baixas, aquém do potencial genético da cultura. Neste âmbito, segundo Olivetti e Camargo (1997), vários fatores têm contribuído para esta situação: baixo grau de conhecimento e informação por parte da área técnica; baixa utilização de insumos e outros investimentos; falta de tratamento adequado à cultura por parte do produtor; dificuldade de transferência de conhecimento e das informações disponíveis; instabilidade na comercialização e na política de preços; falta de uma política oficial definida e de acesso à política oficial de comercialização; e pouco esclarecimento por parte dos agentes financeiros.

Além desses aspectos, evidenciam-se outros que interferem segundo Ribas (1992), no desenvolvimento da cultura (sorgo granífero e forrageiro), e são atribuídos a explorações mal sucedidas: teor de tanino, teor de HCN; despigmentação dos grãos; efeitos alelopáticos sobre culturas sucessoras, etc. Estes temas que polemizam as reuniões técnicas necessitam ser desmistificados e reduzidos à sua real dimensão técnico-científica, como acontece em todos os países produtores e consumidores de sorgo do mundo.

O sorgo consiste de planta típica de clima quente, de características xerófilas, que além da sua baixa exigência em termos de riqueza mineral do solo, apresenta tolerância/resistência aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico, salinidade e encharcamento (planta mais tolerante depois do arroz). Além disto, apresenta elevada eficiência de uso de água, sendo necessários, em média, 250 a 400g de água para produzir 1g de matéria seca. Nesta cultura, a eficiência de uso de água é superior à grande maioria das gramíneas tropicais (TABOSA et al., 1987). É uma cultura que pode ser adequadamente ajustada como alternativa para o semiárido brasileiro em face de características adaptativas à baixa precipitação e distribuição errática das chuvas, fator que interfere no desenvolvimento da maioria das

plantas forrageiras e produtoras de grãos cultivadas, principalmente nas regiões áridas e semiáridas do Brasil

A atividade agropecuária predominante no semiárido brasileiro em função do rigor do clima e da falta de tecnologia, normalmente é insuficiente para garantir a convivência do homem com o meio em que habita. Vale frisar que, além da produção de grãos e de produtos de outras culturas necessárias à manutenção e ao próprio sustento do agricultor, ele necessita ainda produzir alimento para o rebanho (caprinos, ovinos e bovinos), que constitui além da sua principal fonte de proteína alguma elevação na renda líquida, com o descarte de parte da produção animal. Neste contexto, o sorgo passa a ser uma das principais culturas utilizadas.

Porém, a distribuição errática das chuvas torna a agricultura da região uma atividade de alto risco, acarretando sucessivas frustrações de safra. Em última instância, o problema gera a morte do rebanho e o êxodo para as grandes cidades. A situação requer culturas que apresentem elevado grau de tolerância ou resistência às adversidades ambientais, principalmente ao déficit hídrico e à ocorrência de veranicos, frequentes no semiárido. Nesse âmbito, a cultura do sorgo poderá se constituir em alternativa viável. Além disso, não devem ser negligenciadas, ações eficientes de transferência de tecnologias e de assistência técnica.

Na região Nordeste do Brasil, pelas suas peculiaridades climáticas e a estrutura fundiária baseada em pequenas propriedades rurais, em torno de 70% com até 10 hectares, predomina a agricultura de subsistência, que tem no milho uma de suas principais culturas. Mas o rendimento da cultura do milho na região é muito baixo, o que pode ser facilmente notado nos dados da Conab, que mostram produtividade média de 1.495 kg/ha na safra 2007/2008. Também segundo a Conab – Safra 2011/2012, os níveis de produtividade da região ficam em torno de 1.700 a 1.900 kg/ha. Essa evolução se deu em face de áreas espacialmente zoneadas para o milho, principalmente no Estados de Sergipe (4.000 kg/ha) e Bahia (2.800 kg/ha). Além desses, convém registrar que os níveis de proidutividade nos Estados do Maranhão e do Piauí aproximam-se do patamar de 2.000 kg/ha. Os demais estados apresentam níveis de produtividade da ordem de 650 a 850 kg/ha. Esta situação decorre das condições climáticas desfavoráveis e, segundo dados do IBGE, das poucas ações da assistência técnica, tanto pública quanto privada, que têm sido implementadas na região Nordeste e que tem dificultado a adoção e o uso de tecnologias. Toda essa problemática suscita a dinamização de utilização dos Zoneamentos, tais como os

agroecológicos e o zoneamento agrícola de risco climático (ZARC). Essas ferramentas localizam os ambientes adequadamente favoráveis a cultura do milho e sorgo, onde os riscos de ordem climática e edáfica são reduzidos, além de recomendação de cultivares e definição de épocas de plantioaliadas ao uso de tecnologia compatível.

Quando o sorgo foi introduzido no Nordeste, primeiramente se partiu da premissa de que era uma cultura produtora de grãos que iria substituir o milho em sua plenitude. Todavia, de acordo com Tabosa e Santiago (2004), os efeitos dessas ações/iniciativas não surtiram o efeito desejado, previamente preconizado pelos órgãos envolvidos (públicos, privados, agricultores, agropecuaristas, avicultores, etc.). Tal ato é justificado, partindo dos seguintes pontos:

a. O milho consiste de um cereal tradicional e apresenta aspectos culturais e históricos na região;
b. Do milho são produzidos pratos da nossa cozinha regional (pamonha, canjica, xerém, milho assado, cozido, etc.), de utilização direta na alimentação humana;
c. É também evidente o aspecto religioso da cultura, pois é um preceito, o início do plantio no dia de São José (19 de março), para justamente ser colhido no período junino, na qualidade de milho verde, visando o atendimento à demanda das comidas regionais.

Neste âmbito, convém frisar que todos os pontos supramencionados são válidos, desde que a cultura se encontre espacialmente zoneada, isto é, recomendada somente para os ambientes onde provavelmente não ocorra a frustração de safras. Assim, exemplificando estes aspectos, a cultura pode ser recomendada para áreas que apresentem aptidão para o milho, como localidades topo-climáticas, zona da mata de alguns estados da Região Nordeste e bolsões de cultivo (como baixios úmidos, áreas sob regime de irrigação e em sistema de rotação/sucessão de culturas).

Além disso, o milho poderá também se comportar como cultura suplementar nos vales irrigados ou em áreas de solos profundos de elevada retenção de umidade. No que tange ao milho verde, evidencia-se sua importância nessas mencionadas zonas de aptidão, onde a cultura/produto é considerada uma das principais hortaliças (milho verde e feijão verde são considerados hortaliças).

Por outro lado, excetuando-se os aspectos mencionados, a porção Semiárida, distribuída na área física nos Estados do Nordeste, representa à

seguinte e atual configuração: Em 1995, o então Ministério da Integração Nacional, instituiu mais 102 novos municípios ao semiárido nordestino. Esses novos municípios foram enquadrados em critérios estabelecidos, como precipitação pluvial, índice de aridez e risco de seca. Assim, incluindo áreas dos Estados do Nordeste (excetuando o Estado do Maranhão), mais o Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais, uma porção do norte do Estado do Espírito Santo e outras regiões subúmidas secas, a área do semiárido nordestino agora denominado de Semiárido brasileiro ficou de 962.589,4 km^2 (CIRILO, 2008; SILVA, 2006). Com isso, essa região denominada de Semiárido brasileiro pode ser considerada o maior semiárido do mundo, tanto em extensão territorial quanto em população. Vale frisar que nesse âmbito, a porção semiárida do estado de Pernambuco aproxima-se de 90 % de sua área física.

Assim, neste contexto, a cultura recomendada é o sorgo. Esta espécie botânica apresenta características de adaptação às condições de estresse hídrico, possui uso multivariado na alimentação animal (o grão para a avicultura e o sorgo forrageiro para silagem e feno de utilização na pecuária bovina e caprina) e funciona como uma cultura alternativa e/ou estratégica para os diferentes ambientes agroecológicos do semiárido

O sorgo, quando comparado ao milho, é mais tolerante a altas temperaturas, mais eficiente na absorção de água e nutrientes do solo e suporta muito melhor situações de déficit hídrico. Em termos médios, o sorgo produz bem com 300-350 mm de chuva durante o ciclo da cultura enquanto o milho necessita 600 mm. Sob estresse hídrico o milho encurta seu ciclo e tem a produtividade reduzida; nessas mesmas condições, o sorgo paralisa seu desenvolvimento e aguarda condições favoráveis para retomar o crescimento (PAUL, 1990).

A qualidade nutricional dos grãos e da forragem do sorgo praticamente não difere do milho e os custos de produção normalmente são inferiores. Ainda assim, a cultura é pouco difundida na região. As secas frequentes que ocorrem no semiárido associadas à ausência de tecnologias adequadas que assegurem colheitas de um ano para o outro, tem-se apresentado como principal entrave na estabilização de culturas temporárias para produção de grãos e forragens. Não obstante, o fato da área plantada com sorgo ter diminuído nas últimas décadas. A partir de 2002 tem-se verificado um aumento da demanda no Estado pelo tipo granífero, pelo seu alto potencial de produção, sendo o melhor complemento do milho na composição de rações para avicultura que tem crescido vertiginosamente. No que diz respeito ao

sorgo forrageiro também tem avançado em área plantada, principalmente, nos ambientes onde a pecuária apresenta sustentabilidade.

Dentre os diferentes tipos de sorgo, surge também o sorgo sacarino, no universo do contexto dos biocombustíveis, que hoje apresentam-se como mais uma das alternativas do não uso de combustíveis fósseis. A demanda mundial por biocombustíveis favoreceu a retomada de pesquisas com o sorgo sacarino, na produção do etanol. A planta, que apresenta boas características para a produção do energético, tem como principal vantagem seu ciclo curto, permitindo sua utilização nos períodos de entressafra da cana-de-açúcar ou mesmo o seu cultivo no semiárido sob condições irrigadas (em lugar da cana-de-açúcar pela elevada exigência hídrica, cerca de nove vezes a do sorgo) ou mesmo de sequeiro em áreas espacialmente zoneadas. Além do ciclo curto, de cerca de 130 dias, apresenta vantagens por permitir a mecanização total de sua produção, além de demandar menos irrigação do que as culturas do milho e da cana-de-açúcar, por exemplo, sendo mais adaptável às áreas secas. Áreas marginais, onde a cana não é cultivada, podem receber plantações de sorgo. Outra vantagem é a geração de renda à agricultura familiar, pois os pequenos agricultores podem utilizar o sorgo sacarino em mini e microdestilarias para produção de etanol ou aguardente, em regiões com baixo índice de chuvas e solos ácidos, onde a cana não se desenvolve bem. Para a obtenção do álcool a partir do sorgo sacarino a estrutura utilizada é a mesma utilizada na cana-de-açúcar. É extraído um caldo semelhante ao da cana, que passa por um processo de fermentação e destilação. O bagaço, resultante do processo, possui boa qualidade e pode ser usado na alimentação animal. Ainda é ressaltado que o grão, não utilizado na produção do etanol, pode servir para a alimentação animal, além do bagaço gerado como resíduo da destilação. A utilização da cultura para obtenção do energético reduziria a ociosidade das usinas até o ciclo de cultivo da cana ser encerrado. Com relação aos níveis de produtividade, evidencia-se que, em cerca de 130 dias de ciclo, o sorgo sacarino poderá produzir até 60 t/ha de colmo, onde cada tonelada de colmo poderá ofertar cerca de 40 litros de etanol. No caso da cana-de-açúcar, cada tonelada pode produzir cerca de 100 litros de etanol, mas em um ciclo de no mínimo 12 meses (TABOSA et al., 2010).

Assim, objetiva-se nesse capítulo explicitar sobre a potencialidade dos diferentes tipos de sorgo obtidos e desenvolvidos para a região do semiárido brasileiro, a partir do programa de melhoramento de sorgo do IPA. Além disso, realizar uma descrição sobre o uso e a aplicabilidade desses diferen-

tes materiais de sorgo granífero, forrageiro, herbáceo e silageiro, enfatizando sua adaptação frente às principais adversidades climáticas ocorrentes na região, no âmbito das cadeias produtivas da bovino, caprino e ovinocultura. Por fim, avaliar também o potencial de cultivares de sorgo sacarino desenvolvidos para a região no contexto da produção da bioenergia.

2 A IMPORTÂNCIA LOCAL DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DO SORGO

2.1 A Importância do Banco Ativo de Germoplasma de Sorgo (BAG) do IPA

Banco de germoplasma pode ser definido como o conjunto de genótipos de uma espécie, considerada em toda a sua amplitude. De uma forma mais simples, germoplasma é o conjunto de genótipos que podem doar genes para determinada espécie. Portanto, germoplasma é a fonte de variabilidade genética disponível para o melhoramento de plantas. Até recentemente, o germoplasma estava limitado pelas barreiras reprodutivas de uma espécie. Somente eram considerados como parte do germoplasma aqueles genótipos que tinham capacidade de transferir seus genes através de cruzamentos, mesmo que fossem cruzamentos interespecíficos. Atualmente, com o desenvolvimento das técnicas de biotecnologia, é possível isolar genes de qualquer espécie e transferi-los para a planta a ser melhorada. Uma das tarefas mais importantes dentro dos programas de melhoramento é a conservação do germoplasma. O germoplasma conservado serve como um reservatório de genes aos quais os melhoristas podem recorrer quando precisam resolver problemas específicos, tais como a resistência a uma doença ou tolerância a fatores ambientais adversos, como salinidade, acidez do solo e estresse hídrico (MONTALVAN; FARIA, 1999). Neste âmbito, ressalta-se a importância do BAG – Banco Ativo de Germoplasma, devidamente mantido, conservado e, sobretudo preservado.

Diante dessas afirmativas e tendo como foco o sorgo no ambiente semiárido com vistas à produção de grãos, forragem e produtos a partir do sorgo sacarino, ressaltam-se os seguintes pontos:

– 86% do território pernambucano está na região semiárida, na qual se incluem grande parte da mesorregião do Agreste e a totalidade da mesor-

região do Sertão (CENSO AGROPECUÁRIO, 1996). Nestes ambientes, cerca de 70% das chuvas ocorrem no primeiro quadrimestre do ano.

– As temperaturas elevadas e a baixa umidade relativa do ar ocorrem durante a estação seca do ano. Tais fatos acarretam uma taxa de evapotranspiração potencial maior do que a disponibilidade de água, tornando o déficit hídrico o principal fator limitante ao desenvolvimento das plantas. A cultura do milho se sobressai como uma das mais sensíveis ao regime pluvial do semiárido, razão pela qual o sorgo se apresenta, com vantagem, como seu substituto, pelo fato de ser xerófila e produzir grãos em condições de substituir o do milho.
– Os rebanhos do semiárido estão sempre expostos à escassez de alimentos no período estival, seja de grãos ou de volumosos, dificuldades que impõem a importação de milho (principalmente para a avicultura) e de outros produtos e do exterior, onerando o processo produtivo.
– Paradoxalmente, desde os ano 1990 os períodos de seca têm se acentuado em Pernambuco – por extensão no Nordeste – enquanto a avicultura se apresenta em crescimento, aumentando a demanda de grãos, atualmente da ordem de 800 toneladas ao ano, sendo o estado maior importador e consumidor de grãos do Nordeste (AVIPE, 2005).

Neste contexto, fica definido como um dos principais problemas, a identificação ainda não consolidada de cultivares de sorgo tolerantes à seca, adaptadas à região semiárida. A expectativa é obter:

− Cultivares que possam sobreviver a um período de "stress" na fase de plântula e reiniciar seu desenvolvimento após a remoção do "stress" – fica ainda definido que além de tolerante/resistente ao "stress" estes materiais de sorgo terão de apresentar elevado potencial de produção;
− Cultivares com tolerância ao alumínio trocável, para condição dos ambientes de solos de elevada acidez;
− Materiais de sorgo não taninosos e de duplo propósito (produção de grão e de restolho);
− Avaliação de genótipos de sorgo sacarino para bioenergia;
− Manutenção do banco ativo de germoplasmas de sorgo (cultivares de elite, populações e linhas macho-estéreis) com vistas a fornecer material genético para pesquisa em função das adversidades multivariadas e necessidades de cada ambiente agroecológico.

Neste âmbito, persegue-se a geração de novos materiais de base genética ampla que serão analisados (além das variáveis convencionais utilizadas

no melhoramento de plantas) sob a ótica da análise de crescimento, eficiência de uso de água e qualidade de grão e de restolho.

Deste modo, constituirão ferramentas importantes para o desenvolvimento de novos materiais e utilização para fins de melhoramento da variabilidade genética existente mensurada através de análise dialélica, capacidade geral e específica de combinação, utilização de linhas macho estéreis, estimativas de coeficientes de variação genotípica, fenotípica, ambiental e de heterose, ganho genético e seleção e análise de trilha. Neste contexto de avaliação, serão levadas em consideração variáveis outras pertinentes aos seguintes aspectos: área foliar; área foliar específica; relação de área foliar; índice de área foliar; peso específico de folha, índice de esclerofília; relação folha/colmo; índice de colheita; taxa de crescimento relativo; taxa de crescimento absoluto; eficiência de uso de água.

2.2 O Banco Ativo de Germoplasmas de Sorgo do IPA

Na Tabela 2, encontra-se discriminado o quantitativo de acessos de sorgo do Banco de Germoplasma do IPA, tendo como indicadores a natureza do material, origem, ano de introdução ou de obtenção. O objetivo principal desse BAG é a sua provável utilização em programas de melhoramento para a região em foco.

Tabela 2 – Acessos de sorgo introduzidos e obtidos do Programa Melhoramento do IPA/PE e atualmente no Banco Ativo de Germoplasma, 2010/2011.

Natureza do Material	Origem	Nº de acessos	Ano
Introduzido (linhagens) (1)	EUA		
	Purdue	20	1973/74
	Texas A&M	15	1973/76
	Kansas	14	1973
	Fort Collins	9	1973
	USAID	11	1973/75
Linhagens (1)	EMBRAPA Via ICRISAT (Índia)	38	1974/86
	ÁFRICA		
	Uganda	13	1973
	Etiópia	17	1973
	Sudão	15	1974/86
	Nigéria	30	1974/86
Variedades selecionadas/obtidas	IPA-PE	130	1986/2006
Variedades em processo de seleção (Progênies) (2)	IPA-PE	390	2007/2011
Total		**702**	

Fonte: elaborada pelos autores.
Notas:
(1) Materiais periodicamente multiplicados e armazenados em câmara fria.
(2) Método genealógico (Pedigree); ICRISAT – International Crop Research of semiarid Tropic.

A Tabela 3 reúne o quantitativo referente aos pares de linhas macho-estéreis de sorgo introduzidos, discriminados em função da origem.

Tabela 3 – Acessos introduzidos no Programa de Melhoramento do IPA - PE. Linhas Macho-estéreis de Sorgo - (LME).

LME [(1)] - Pares	Origem	Quantitativo
A e B	A&M	15
	ICRISAT	10
	Kansas University	8
	Purdue University	12
Total		**240**

Fonte: elaborada pelos autores.
Nota: LME – Linhas Macho-Estéreis de sorgo

2.3 O Processo de Caracterização Molecular do BAG de Sorgo do IPA

O processo de erosão genética dos cultivos representa uma ameaça de grande magnitude ao desenvolvimento agrícola, principalmente das regiões menos favorecidas. Como decorrência disso, vale assinalar, nos últimos trinta anos (em face da simplificação exagerada dos sistemas agrícolas) os dados sobre a situação mundial da conservação de recursos genéticos são comprometedores. Nesse contexto, há a prevalência desmedida do processo contínuo e crescente de erosão genética. A variação encontrada em uma determinada espécie (variação fenotípica) pode ser de duas origens: variação devido ao ambiente e variação devido às diferenças genéticas. A existência de variação genética é um pré-requisito para o melhoramento de plantas. Com isso, há uma redução do número de espécies e de homogeneidade genética das variedades e raças locais empregadas atualmente na agricultura (SANTOS; CORLETT, 2002; CORDEIRO; MARCETTO, 1994).

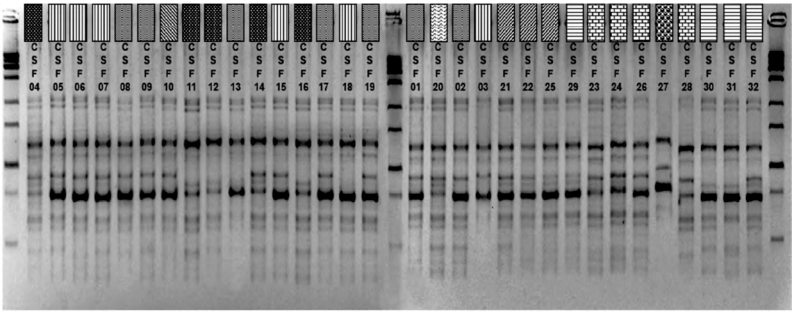
Como se pode constatar, o desenvolvimento das ações de pesquisa no contexto do BAG do IPA, não se restringe a um caráter repetitivo, ao contrário, se revela de importância dinâmica e fundamental para a obtenção, avaliação e recomendação de materiais para a região. Segundo Almeida et al. (1998), em sua quase totalidade, os melhoristas têm praticado seleção visando, fundamentalmente, ao incremento de produção. No trabalho decorrente do programa de melhoramento do IPA pode-se aplicar o conceito de "ideotipo", que, embora simples, reúne o conhecimento de muitas áreas, tais como fisiologia, bioquímica, anatomia e de novas técnicas de auxílio ao estudo de variabilidade genética, como QTL (Quantitative Trait Loci –

Loci de Características Quantitativas), RFLP (Restriction Fragment Lenght Polymorfism – Polimorfismo dos Comprimentos dos Fragmentos de Restrição, tipo de PCR – Polymerase Chain Reaction – Reação em Cadeia pela Polimerase), microsatélite, entre outras.

Nas principais espécies cultivadas, o incremento de produção pode ocorrer através de um método de melhoramento conhecido como "modelo empírico", no qual a seleção é feita, no caso de produção de grãos, geralmente em decorrência do aumento do índice de colheita. Em face disso, a maioria das espécies cultivadas apresenta produtividade próxima ao limite máximo, que se situa entre 45% e 50% de índice de colheita. O uso desta característica poderá ser limitado em programas de melhoramento que visem futuros incrementos de produtividade. No "modelo empírico" – além da característica índice de colheita, o melhorista deverá ter a ideia precisa do tipo da planta que pretende obter: altura, ciclo, fitomassa, crescimento inicial, tamanho da folha, tamanho e número de grãos, etc. Nesse contexto, embora as áreas de fisiologia, bioquímica e biologia molecular apresentem grande desenvolvimento nos últimos anos, esses conhecimentos ainda são pouco utilizados para delinear modelos de plantas. Cerca de 60% dos trabalhos com transformação genética de plantas foram realizados com o objetivo de eliminação de estresses bióticos e abióticos. Muito pouco foi realizado para a melhoria de ideotipo ou para criar um novo modelo de planta (ALMEIDA et al., 1998).

Nesse âmbito foi dado o início da caracterização molecular de parte do BAG de germoplasma de sorgo do IPA, tomando como base, aspetos ligados à recomendação para o semiárido. Assim, de acordo com Santos et al. (2010) esse trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a diversidade genética na coleção de acessos de *Sorghum bicolor (*L. Moench) do IPA visando sua utilização em futuros trabalhos de seleção. Foram avaliados nessa fase, 32 acessos cultivados a partir de genótipos de sorgo gerados pelo IPA. A diversidade genética foi analisada por meio de marcadores do tipo RAPD. Com os 20 *primers* utilizados foram amplificadas um total de 737 bandas sendo 34 polimórficas e 10 monomórficas gerando 77% de genótipos polimórficos (Figura 1).

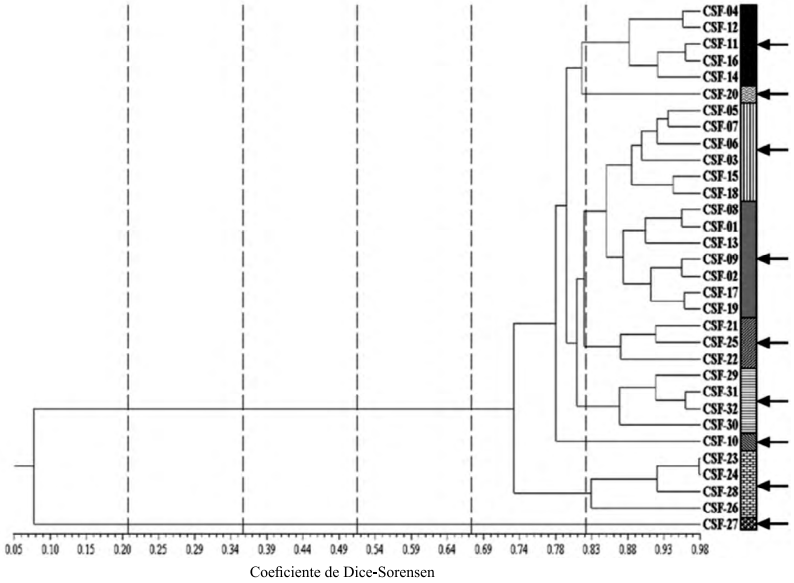
Figura 1 – Perfis eletroforéticos de RAPD para os 32 acessos de sorgo com o *primer* H09



Fonte: elaborada pelos autores.

Com base no método de agrupamento UPGMA estabeleceu-se um dendrograma onde se observa a divisão dos acessos em oito grupos distintos com um coeficiente de similaridade variando de 0,72 a 0,98, indicativo de alto nível de variação genética entre os genótipos estudados (Figura 2).

Figura 2 – Dendrograma dos 32 acessos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L. Moench) baseado no coeficiente de similaridade de Dice-Sorensen



Fonte: elaborada pelos autores.

Os marcadores RAPD foram suficientes para o agrupamento dos acessos estudados. Nos materiais agrupados ficou caracterizada a separação dos acessos de sorgo de aptidão para grão e para forragem, bem como os genótipos caracterizados como promissores para tolerância ao estresse hídrico e a fatores adversos do solo como salinidade e acidez. Os *primers* H09 e N15 foram decisivos para obtenção dos *fingerprints* genômicos dos acessos similares porque geraram um maior número de bandas polimórficas. O dendrograma gerado neste estudo oferece subsídios para futuros cruzamentos de gerações parentais contrastantes ou similares no melhoramento de sorgo.

2.4 Cultivares de Sorgo do IPA com registro no RNC – Registro nacional de Cultivares

O IPA é mantenedor de oito cultivares de sorgo com registro no RNC – MAPA[1].

Tabela 4 A – Materiais do IPA registrados pelo RNC – Registro Nacional de Cultivares do MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Espécie - Sorghum bicolor	Cultivar	Nº registro RNC	Ano de Registro	Mantenedor
Sorgo 1	IPA 02-03-01	05001	2000	IPA
Sorgo2	IPA 467-4-2	01325	1998	IPA
Sorgo 3	IPA 1011	01324	1998	IPA/Di Solo Sementes
Sorgo 4	IPA 2502	04999	2000	IPA
Sorgo 5	IPA SF 25	05000	2000	IPA
Sorgo 6	IPA Sudan 4022	21446	2007	IPA
Sorgo 7	IPA SF 11	27714	2011	IPA
Sorgo 8	SF 15	27711	2011	IPA / SEAGRI

3 O SORGO NO CONTEXTO MUNDIAL, NACIONAL E REGIONAL

3.1 Potencialidades e Utilizações

A área de cultivo (Tabela 1) de sorgo granífero no planeta é de cerca de 44 milhões de hectares FAO (2008). Somente na África, cerca de 40 nações cultivam o produto, entretanto, apenas nove desses países são responsáveis por cerca de 50 % da produção mundial: Nigéria. Sudão, Etiópia, Burkina Faso, Camarões, Chad, Níger, Tanzânia e Mali (Tabela 4 B).

1 Ministério de Agricultura, pecuária e Abastecimento. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>.

Tabela 4 B – Área de cultivo de sorgo nos principais países produtores

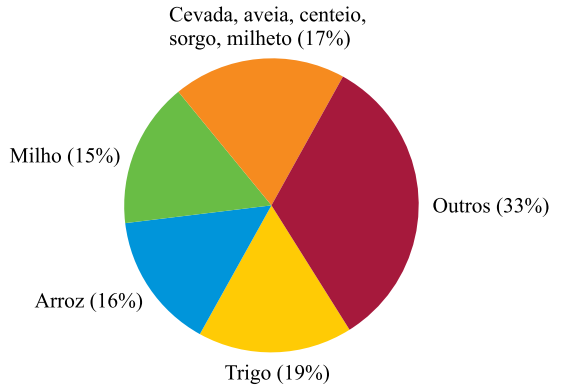
País Produtor	Área cultivada (ha)		Produtividade (kg/ha)	
	2008	2017	2008	2017
Índia	7.764.000	5.862.000	1.020	779
Nigéria	7.617.000	5.820.000	1.223	1.192
Sudão	6.619.330	5.411.500	584	691
Níger	3.055.250	3.820.696	429	509
Estados Unidos	2.942.500	2.041.660	4.075	1.017
Burkina Faso	1.901.780	1.667.193	985	819
México	1.838.130	1.427.801	3.596	3.399
Etiópia	1.533.540	1.840.018	1.510	2.617
Mali	990.995	1.585.986	1.036	878
Austrália	941.550	367.920	4.025	2.701
Tanzânia	897.912	782.717	959	1.017
Chad	873.295	1.147.470	784	824
Brasil	831.354	744.571	2.410	2.986
Argentina	618.625	541.955	4.747	4.662
Camarões	550.000	852.456	1.000	1.586
China	490.812	621.339	3.750	4.496
Yemen	442.819	428.156	850	661

Fonte: FAO (2008; 2017); De conformidade com APPS/Grupo Pró-Sorgo (2010), a área de cultivo no Brasil é de 1.036.200 ha.

Considerando estes países e mais o sudeste da Ásia, vale salientar que mais de 500 milhões de pessoas vivem neste contexto, dependendo do produto gerado sob baixos níveis de insumos, onde os níveis de produtividade da cultura atinge apenas a cerca de 945 kg/ha. Nesses países, o sorgo pode chegar a suprir em torno de 70% da ingestão calórica diária, representando assim, importância fundamental na segurança alimentar (DICKO et al., 2006). Por outro lado, em linhas gerais, é mostrado na Figura 3, a importância econômico-social dos cereais na alimentação da população mundial, em que os produtos correspondem a cerca de dois terços das calorias fornecidas. Deste modo, estando ausentes os cereais, seria insuficiente o estoque de alimentos para atender a crescente demanda populacional. Neste contexto, o sorgo, juntamente com a cevada, aveia, centeio e milheto, correspondem a 17% no suprimento de calorias no mundo. A África e a Ásia são responsáveis por cerca de 100 % do total do sorgo utilizados como alimento no planeta (QUEIROZ et al., 2009). No Brasil, a área de cultivo de sorgo granífero fica em torno de 900 mil a um milhão de hectares, com níveis de produtividade praticamente o dobro dos números indianos e o triplo da

produtividade do Sudão (Tabela 4). Por outro lado, detalhando o perfil da cultura no Brasil, considerando a área de cultivo em função do quantitativo de sementes comercializadas e considerando a relação 10 kg de sementes para o plantio de 1 hectare, a sua posição atual em termos de área cultivada é 900 mil a um milhão de hectares. Todavia, vale salientar que estes dados foram fornecidos pela APPS – Associação dos Produtores de Sementes do Estado de São Paulo e pelo GPS - Grupo Pró-Sorgo (entidade que envolve técnicos e pesquisadores de empresas públicas e privadas), fundamentado no registro de sementes efetivamente comercializadas – materiais 100% híbridos (forrageiros e graníferos). Deste modo, para a presente estimativa, considerou-se que cada 10kg de sementes comercializadas atendem o quantitativo de plantio da área de um hectare. Deste modo, se for considerado apenas os dados fornecidos pela APPS e o GPS (materiais comerciais de híbridos de sorgo granífero e forrageiro tomando como base o quantitativo de sementes comercializadas pelas empresas filiadas à APPS), a cultura do sorgo representa em termos relativos, apenas 7% da área cultivada de milho no Brasil. Todavia, se for considerada a adição de mais 400 mil hectares referente às áreas cultivadas com variedades graníferas e forrageiras e os diferentes tipos locais, o percentual da área cultivada de sorgo no Brasil, poderá chegar ao valor de 10-15% da área de milho.

Figura 3 – Suprimento de calorias da população mundial em função dos cultivos



Fonte: Adaptado de WILKES (1993) e DICKO et al., (2006).

O sorgo é um cereal cultivado na maior parte das regiões tropicais e subtropicais do mundo, constituindo a maior fonte de alimento e de rações da África e Oriente Médio, especialmente na Nigéria, Etiópia e Índia, (MARCHESAN, 1987). Em muitas regiões da África, o sorgo constitui um alimento básico da dieta humana, suprindo cerca de 70% da ingestão calórica diária. Já na Alemanha, o uso da silagem objetivando a produção de energia do biogás tem avançado nos últimos anos como forma de produção de energia limpa. Nos Estados Unidos e na Argentina, a farinha de sorgo é adicionada à farinha de trigo para fabricação de alguns produtos alimentícios como pães, biscoitos, mingaus, além do melaço obtido do caldo (OLIVEIRA, 1986). No caso da confecção de biscoitos e bolachas para consumo humano, a farinha de sorgo não taninoso pode substituir até 20% da farinha de trigo, sem que haja nenhuma alteração do produto final (TABOSA et al., 1993).

No Brasil, na safra (07/08), segundo dados da Conab, foram cultivados 829.000 ha de sorgo granífero, com uma produção de 1.912.400 ton e produtividade média de 2.307 kg/ha. Nesse contexto, os dados relatados pela APPS – Associação Paulista de Produtores de sementes e Grupo Pró Sorgo, referente a safra 2008/2009, a área cultivada de sorgo granífero no Brasil foi de 898.700 hectares e mais 413.668 de sorgo forrageiro. Para isso, foi levado em consideração que, para cada hectare plantado, decorrem 10 kh de sementes de material híbrido comercial. Além disso, para a safra 2010/2011, os dados também da APPS registrou 1.036.200 hectares para sorgo granífero e 329.411 para sorgo forrageiro, obedecendo os mesmos critérios de plantio acima já discriminados. Nesse levantamento, não é levado em consideração os materiais varietais regionais, fato esse que iria incrementar a área de cultivo da cultura, principalmente na região Nordeste. Nas Tabelas 5A e 5B constam os dados da área de cultivo de sorgo no Brasil, enfatizando as regiões geográficas e dentro dessas os principais estados produtores.

Tabela 5A – Área cultivada de sorgo granífero no Brasil – estatísticas do IBGE, 1996-2010. Principais estados produtores

UF	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ceará	660	516	586	640	1.620	2.235	3.802	6.637	7.137
Rio Grande do Norte	1.694	517	-	-	-	-	-	6.330	13.151
Pernambuco	483	470	-	-	-	-	1.421	4.472	6.324
Bahia	23.087	21.812	22.500	23.391	24.512	23.355	29.606	59.021	61.471
Minas Gerais	33.267	30.210	39.717	49.686	48.786	41.359	63.492	93.698	97.029
Tocantins	-	-	-	-	-	-	-	1.260	9.900
Mato Grosso do Sul	4.700	8.130	25.660	46.175	84.361	67.686	43.325	79.086	98.826
Mato Grosso	38.672	55.544	54.145	54.664	111.600	109.885	73.070	149.073	183.561
Goiás	47.098	92.678	135.023	161.372	179.460	129.966	189.611	236.495	314.267
São Paulo	29.253	33.450	42.865	51.340	72.695	72.600	65.780	86.880	114.860
Paraná	-	-	-	-	1.560	2.200	3.597	11.578	7.225
Rio Grande do Sul	19.249	27.774	27.774	27.426	33.534	53.286	38.787	29.738	23.175
Brasil	198.937	349.547	349.547	416.443	561.121	508.410	515.643	787.937	939.371

Tabela 5B – Área cultivada de sorgo granífero no Brasil - estatísticas do IBGE, 1996-2010. Principais estados produtores

UF	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ceará	5.185	8.290	5.893	5.336	5.140	-
Rio Grande do Norte	11.452	11.618	11.715	10.277	9.650	-
Pernambuco	12.662	37.271	16.420	15.359	5.745	5.140
Bahia	57.920	48.105	46.470	66.060	87.110	27.026
Minas Gerais	95.835	78.373	73.231	90.028	91.923	135.554
Tocantins	9.350	24.207	9.650	19.690	28.800	7.375
Mato Grosso do Sul	69.147	71.263	70.824	79.183	95.046	76.889
Mato Grosso	122.048	114.178	98.263	162.349	119.340	65.188
Goiás	290.053	223.274	229.150	310.160	304.165	348.458
São Paulo	111.700	97.720	78.302	54.800	30.437	56.923
Paraná	3.511	3.297	3.396	2.487	1.605	2.515
Rio Grande do Sul	21.672	26.326	25.273	23.790	21.412	14.078
Brasil	814.457	730.534	671.500	844.662	808.333	1.036.200

Fonte: elaboradas pelos autores com base em IBGE (1996-2010).

Notas: Dados de Pernambuco 2006 a 2010 – Informações da Secretaria de Agricultura e do acervo do IPA; Brasil 2009 e 2010 – APPS/Grupo Pró-Sorgo, 2010.

Nesse âmbito, levou-se em consideração uma série histórica a partir de 1996. A produtividade média da cultura no Nordeste é baixa mas, apesar de baixo uso de tecnologia, ainda é superior à produtividade do milho na região: 1604 kg/ha na safra 2007/2008.

Com relação a área de cultivo de sorgo granífero no semiárido brasileiro, compreendendo o período de 2011 a 2017 (tabela 5 C), evidencia-se nesse contexto a evolução da área de plantio nos estados do Maranhão e do Piauí. Vale frisar que estas novas fronteiras para o sorgo granífero ficam no contexto da região delimiutada como MATOPIBA em permanente cultivo rotacionado com a cultura da soja. A área de cultivo de sorgo nessa região variou de 8,4 a 22,7% da área total de de sorgo no Brasil. Vale frisar que a partir do ano de 2012 vêm ocorrendo eventos anuais de seca no semiárido.

Tabela 5 C – Área cultivada de sorgo granífero no semiárido brasileiro – estatísticas do IBGE, 2011 – 2017, principais estados produtores

UF	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MA	-	-	-	-	11.170	11.319	91.830
PI	5.173	2.500	-	11.291	13.143	514	18.074
CE	2.110	950	580	690	400	-	-
RN	8.037	1.000	2.206	912	162	190	779
PE	2.761	-	-	-	-	-	-
BA	109.871	54.115	93.092	112.548	118.457	63.814	58.382
MG(1)	3.745	4.402	3.723	5.004	4.138	4.916	2.077
Semiárido brasileiro (SAB)	131.697	62.967	99.601	130.445	147.470	80.753	171.142
Brasil (BR)	757.410	687.952	792.838	840.093	732.281	558.189	744.571
% SAB / BR	17,4	9,2	12,6	15,5	20,1	14,5	23,0

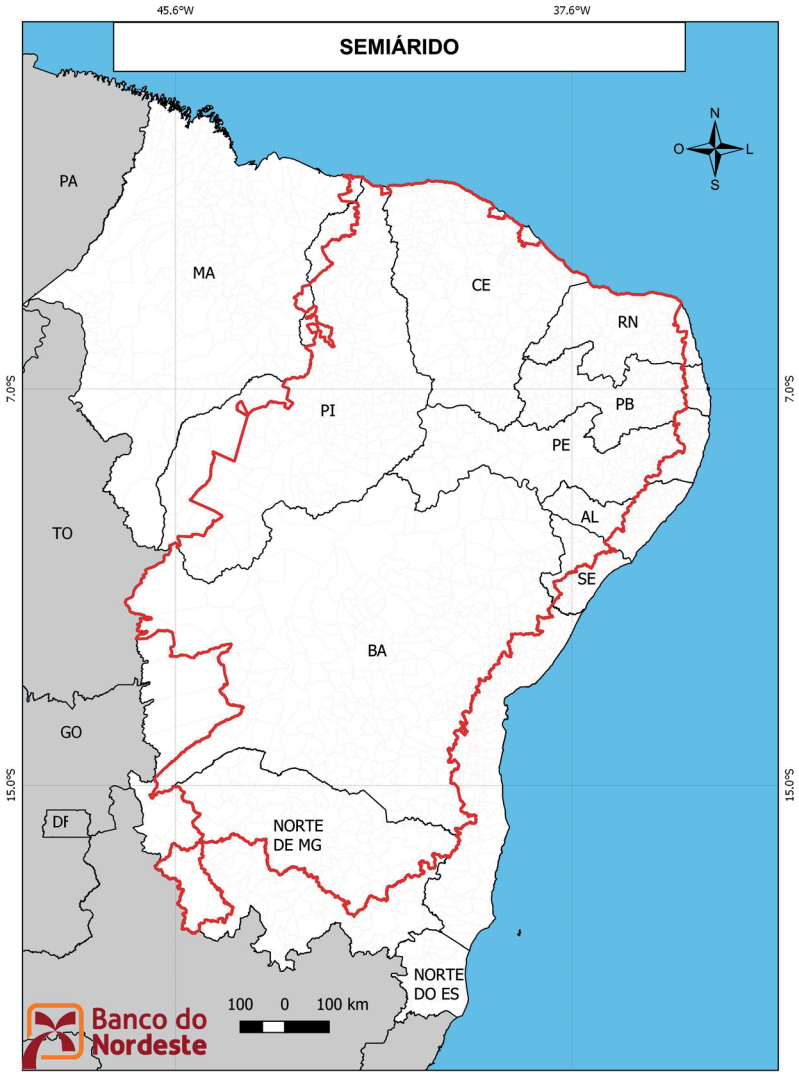
Nota: (1) Região semiárida de MG - Norte e Vale do Jequitinhonha.

3.2 O Semiárido brasileiro – Região de aptidão para o sorgo

Em adição, é importante salientar que a área delimitada pelo Semiárido brasileiro abrange a maior parte dos Estados da região Nordeste (excetuando o Maranhão) com um percentual de 86,48 %, abrange também a região setentrional do Estado de Minas Gerais com 11,01 % e uma porção do Estado do Espírito Santo com 2,51 %. A população que vive nesse espaço Semiárido (o maior semiárido do mundo) é de cerca de 18 milhões de habitantes, sendo cerca de 8 milhões na zona rural, conforme pode ser visualizado na Figura 4.

Por outro lado, a Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância - www.unicef.or.brasil/pt/caderno_completp.pdf)) veicula que o Semiárido Brasileiro compreende 1.142.000 km^2 de área e reúne cerca de 1.500 municípios dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe. Possui uma população de 26,4 milhões de habitantes, cerca 15,5% da população brasileira. Nesse caso, o Semiárido Brasileiro pode ser considerado o maior do mundo, tanto em extensão quanto em população.

Figura 4 – Delimitação do Semiárido



Fonte: IBGE, malha municipal digital 2015
Elaboração: BNB, ETENE.

Com relação ao clima, a região do Semiárido brasileiro é delimitada externamente pela isoieta de 800 mm anuais, sendo no seu interior, raras as chuvas de 300 mm. Geralmente, o período seco estende-se de seis a oito meses, podendo chegar até 11 meses nas zonas de aridez mais acentuadas (JACOMINE, 1996). Com relação aos aspectos geofísicos, Sá, Riché e Fotius (2004), identificaram 20 macrorregiões ou unidades de paisagem, compondo 172 unidades geoambientais.

Com relação à variabilidade de ambientes encontrados nessa região, Ab'Saber (1984) relata que estes provém de diferentes combinações dos componentes abióticos, dentre os quais as condições termopluviométricas seguidas de propriedades litoestruturais, posicionamento topográfico e heranças paleoclimáticas.

No caso de Pernambuco, o espaço Semiárido ocupa 88,6 % do território, no qual estão localizados 122 dos 185 municípios, concentrando 42,7 % da população do Estado, o que corresponde a um contingente populacional de cerca de mais de 3 milhões de pessoas (ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO, 2009; LIRA et al., 1989, citado por AMARAL et al., 2003). Por sua vez, o trópico semiárido apresenta erraticidade da distribuição d'água para o complexo planta x animal x homem, tendo como consequência mais direta de algumas variáveis, a distribuição espaço temporal irregular das chuvas, a elevada evaporação e a baixa capacidade de retenção de umidade da grande maioria dos solos da região (TABOSA, 2002). Nesta área, a exploração dos solos com cultivo de lavoura de sequeiro é uma atividade extremamente arriscada, pois estudos em termos probabilísticos mostram que o sucesso na agricultura dependente de chuvas de três anos em cada dez, em uma região com média de 600 mm de precipitação e apenas um para dez, em uma região onde a precipitação média é de 400 mm anuais (FREIRE et al., 1982).

Nesse espaço, o rebanho bovino de Pernambuco possui mais de 1,8 milhões de cabeças, ou seja, cerca de 10% do total da região Nordeste (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE PERNAMBUCO, 2002). Porém, apesar da grande potencialidade para produção a baixo custo, a atividade pecuária apresenta no Nordeste índices muito baixos de produtividade, refletido pela baixa eficiência produtiva e reprodutiva (FARIAS et al., 1986).

Outro ponto importante é a importância da agricultura familiar, que atualmente representa no Brasil, segmentos de maior importância no campo. Os principais pontos são os seguintes: valor superior a 10% do PIB de US$ 130 bilhões; 35% da área agricultável; 70 % da mão de obra do campo; 84% da produção da mandioca; 67% da produção do feijão; 58 % da produção de su-

ínos; 54% da produção da bovinocultura de leite; 49% da produção de aves e de ovos e 32% da soja, que é uma cultura considerada do agronegócio. Além disso, representa 84% dos 4,2 milhões de estabelecimentos rurais do País. No caso de Pernambuco, esse segmento é representado por 248 mil empreendimentos agropecuários, o que corresponde a 80% dos 308 mil empreendimentos existentes no Estado (IBGE, 2006; EVANGELISTA, 2000; AGRICULTURA FAMILIAR NO BRASIL E CENSO AGROPECUÁRIO, 2006).

É interessante lembrar que foi a própria integração produtiva agropecuária e industrial do Nordeste ao restante do setor produtivo nacional que criou e consolidou os polos, os complexos e as áreas dinâmicas dentro do contexto agroindustrial no semiárido. Enfim, apesar da enorme diversidade dos agroecossistemas nordestinos, o que mais importa neste momento é disponibilizar ao produtor desse bioma uma tecnologia que seja compatível à sua realidade em face da fragilidade social com que o mesmo se defronta no Nordeste, em especial no semiárido. Por ser uma gramínea xerófila, com alta capacidade de produção massa verde e grãos pode se constituir em uma alternativa na produção de caldo, objetivando a produção de etanol em todas as mesorregiões de baixo regime pluviométrico e em solos com condições físico-químicas adversas (LIMA, 1993).

Vários estudos sobre a cultura do sorgo na região Nordeste têm sido realizados. Já em 1986 se discutia a viabilidade da cultura em revista especializada (Informe Agropecuário). Schaffert e Ribas (2001) organizaram um seminário temático sobre a cultura do sorgo em que foram discutidos os principais entraves regionais. Empresas de pesquisa e assistência técnica regionais como o IPA de Pernambuco, que é pioneiro na pesquisa com sorgo no Nordeste, a Bahia, o Ceará, e o Rio Grande do Norte, reconhecendo as potencialidades do sorgo para o desenvolvimento regional, em parceria com instituições de fomento como o Banco do Nordeste (BNB), têm procurado incentivar a adoção da cultura pelos agricultores, mas ainda de forma localizada. Nos demais estados do Nordeste a produção é irrelevante.

A agricultura de sequeiro vem despertando atenção especial nas instituições de pesquisa. Apesar da otimização dos fatores de produção ligados a essa prática cultural, ela continua sendo uma atividade de alto risco para o produtor. Entretanto, alternativas como a exploração de culturas tolerantes ao estresse hídrico têm se efetivado como uma opção viável. Dessa forma, podem-se minimizar seus riscos mediante estratégias de sobrevivência apoiadas em conhecimentos empíricos oriundos de muitas pesquisas, de forma a minimizar os riscos de perdas e fracasso na produção.

O sorgo, quando comparado ao milho, é mais tolerante a altas temperaturas, mais eficiente na absorção de água e nutrientes do solo e suporta muito melhores situações de déficit hídrico. Em termos médios, o sorgo produz bem com 350 mm de chuva durante o ciclo da cultura enquanto o milho necessita 600 mm. Segundo Blum (1974), a produção e a resistência à seca são caracteres controlados por entidades genéticas separadas e individuais. A qualidade nutricional dos grãos e da forragem do sorgo praticamente não difere do milho e os custos de produção normalmente são inferiores. Na Tabela 6, constam 20 diferenças básicas entre as culturas do milho e do sorgo, notadamente quanto aos aspectos de adaptabilidade ao semiárido e de resistência à seca e demais fatores abióticos e bióticos.

Nesse ponto, o sorgo apresenta diferentes e múltiplas vantagens quando comparado ao milho, considerando as adversidades ambientais. Com isso, é importante frisar que o milho não deverá ser substituído totalmente pelo sorgo, como era voz corrente em anos anteriores. Para isso, existem as ferramentas de Zoneamento Agrícola, Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), que por sua vez, informam onde, o que, quando e como plantar. Para os estados do Nordeste já existem disponibilidade dessa tecnologia (definida pelo MAPA – Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento, juntamente com os órgãos de pesquisa e de extensão estaduais, Embrapa, etc.) para as culturas do milho e do sorgo (www.agricultura.gov.br/ zoneamento). Porém, apesar dos benefícios agregados da cultura do sorgo para a região e das baixas produtividades conseguidas com o milho, o plantio de sorgo na região equivale a pouco mais de 5,5 % da área de milho, comprovando o desconhecimento da cultura.

Tabela 6 – Comparativo do milho com o sorgo - características fisiológicas, mecanismos de adaptação ao Semiárido, aspectos e fatores de produção e comercialização [1]

Discriminação	Cultura	
	Sorgo	Milho
Precipitação no ciclo da cultura	300 mm	600 mm
Duração de déficit hídrico crítico após o plantio sem eliminar a planta	40 dias	20 dias
Dormência sob baixas umidade do solo	Retoma o crescimento com o retorno da umidade	Não apresenta dormência e não retoma o crescimento
Eficiência de uso de água	150 a 300 L de água/ 1kg de matéria seca (MS)	450 a 600 L de água / kg MS
Presença de cutina nas folhas (camada de cera que evita a transpiração)	Camada espessa de cutina	Camada fina de cutina
Área foliar	55% da área foliar do milho, o que reflete em menor transpiração	Transpira quase o dobro do sorgo, consumindo assim, quase o dobro da água
Enrolamento das folhas sob condições de estresse, formando um ambiente ao redor da planta, de menor transpiração (ambiente de umidade relativa maior que a umidade do ar)	Presente no sorgo	Ausente no milho
Expectativa de colheita	9 colheitas/cada 10 anos	2 colheitas/cada 10 anos
Parâmetros nutricionais	O sorgo é mais pobre que o milho Sorgo = 90 a 95% do milho	Milho = 100 %
Utilização na ração de aves	100 %	100 %
Ciclo da cultura	90 a 110 dias	120 a 150 dias
Custo por hectare	R$ 550,00	R$ 1.200,00
Zoneamento de Risco Climático	SIM	SIM
Produtividade de grão - sequeiro	Até 3.000 kg/ha	Até 1.200 kg/ha
Profundidade do sistema radicular	> 1,0 m	superficial
Crescimento do sistema radicular	> 1,0 cm/dia	lento
Qualidade do restolho	maior	menor
“Stay Green”	presente	ausente
Susceptibilidade às pragas	menor	maior
Produtividade de biomassa total	maior	menor

Fonte: TABOSA et al., (1987); TABOSA et al., (2002); TABOSA et al. (2008); TABOSA et al., (1995); TABOSA et al., (1993).

Porém, apesar dos benefícios agregados da cultura do sorgo para a região e das baixas produtividades conseguidas com o milho, o plantio de sorgo na região equivale a pouco mais de 5,5% da área de milho, comprovando o desconhecimento da cultura.

Os programas de geração e desenvolvimento de tecnologia sob orientação governamental só serão eficazes quando a eles estiverem inseridos agentes dinâmicos (pesquisa, extensão, sindicatos, institutos, universidades e o produtor), sob um órgão controlador que seja o financiador, todos articulados sob um objetivo comum visando não somente o produtor, mas, visualizando um pacto de desenvolvimento sustentável.

O Estado do Rio Grande do Norte apresenta-se com 92% de sua área física geográfica dentro do polígono das secas. Por se tratar de uma gramínea de alta capacidade de produção de grãos e forragem e tolerante a períodos significativos de estiagem, o sorgo poderá se constituir em uma excelente forrageira nas mesorregiões tanto de baixo como de alto regime pluvial assim como, em solos com condições físico-químicas adversas desde que se empregue cultivares melhoradas com potencial de produção de grãos, forragens, boa capacidade de rebrota. Por outro lado, o Rio Grande do Norte tem na sua economia a pecuária (bovino, ovino e caprinocultura) além da avicultura, base sólida no contexto desenvolvimentista Estadual.

Em face do exposto, a cultura do sorgo apresenta potencial de produção para toda região do Semiárido brasileiro no contexto de todas as unidades federativas que compõem este espaço.

Por ser uma planta típica de clima quente, de características xerófilas, que além da sua pouca exigência nutricional, o sorgo apresenta tolerância aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico, salinidade e encharcamento (planta mais tolerante depois do arroz), apresentando elevada eficiência de uso de água, sendo necessários, em média, 250 a 400g de água.

4 TIPOS DE SORGO E SUA UTILIZAÇÃO

A escolha certa de qual tipo de sorgo (granífero, forrageiro ou sacarino) (híbridos ou variedade) a plantar é de fundamental importância para o produtor obter sucesso em sua lavoura. Sabe-se que o uso de variedades tem sido empregado por pequenos e médios produtores onde o cultivo em sequeiro é mais usual. No caso do cultivo de híbridos comerciais, basicamen-

te são demandados por produtores utilizam agricultura em grande escala ou grandes áreas onde o uso de insumos (fertilizante químico, herbicidas, inseticidas, matéria orgânica) e se for o caso, o uso de irrigação. Todos esses aspectos compõem um sistema tecnificado de produção. Na tabela 7, a seguir, encontram-se exemplificados os tipos de sorgo quanto à sua natureza e utilização. Basicamente são quatro: granífero, forrageiro, sacarino e vassoura. Vale ressaltar que o sorgo sacarino pode ser, dependendo do caso, utilizado como sorgo forrageiro, desde que apresente elevada produção de biomassa. Ainda existe um quinto tipo de sorgo, o sorgo (de natureza herbácea) sudanense (*Sorghum sudanense*). Este pertence a outra espécie botânica, apresenta porte médio, baixo teor de HCN (ácido cianídrico), ciclo precoce e aptidão para feno e pastejo.

Com relação ao sorgo granífero, evidencia-se que o seu produto (grão) é utilizado na alimentação animal na forma de farelo e também é utilizado em muitas regiões do mundo na alimentação humana. Nesse caso, para a alimentação de aves, os grãos não podem apresentar tanino.

Tabela 7 – Diferentes tipos de sorgo quanto à natureza e utilização[3]

Tipos de Sorgo	Produto	Utilização
Granífero[1]	Grão	Substituto do milho na alimentação animal - rações balanceadas (bovinos, suínos e aves), utilização do restolho. Alimentação humana - uso da farinha na industrialização de produtos. Amido, cera, cerveja, óleo, etc.
Forrageiro[1]	Biomassa	Corte, silagem e feno
Vassoura[1]	Panícula	Vassouras, escovas e ornamentação - tem uso restrito e localizado.
Sacarino[1]	Colmo	Glicose, frutose, sacarose e álcool
Herbáceo (Sudão[2])	Biomassa	Produção e confecção de feno

(1) *Sorghum bicolor*; (2) *Sorghum sudanense*;
(3) Fonte: Adaptado de Shimidt (1987); Olivetti; Camargo (1997) e Tabosa et al. (2002); Tabosa et al. (2013).

4.1 Sorgo Granífero

O grão é utilizado na alimentação animal na forma de farelo e também é utilizado em muitas regiões do mundo na alimentação humana. Nesse caso, para a alimentação humana e de aves, os grãos não podem apresentar tanino.

É o tipo de provavelmente maior importância econômica, quando comparado aos demais. Nas atuais condições brasileiras, o sorgo tem sido considerado uma viável alternativa para o milho na alimentação animal e aves por motivo do aumento da disponibilidade do grão no mercado nacional nos últimos anos, graças à sua composição bromatológica semelhante ao milho. Na Tabela 8, a seguir, pode-se observar que cerca de 70 a 80 % do milho produzido no Brasil, e até o importado, é utilizado e consumido pelo segmento "consumo animal", principalmente pela avicultura. Há uma perspectiva de utilização do grão de sorgo na avicultura sem substituição ao milho e sem nenhum prejuízo a este segmento. Isso se deve ao fato de que na ração para aves, o milho e a soja representam cerca de 70%. Outro ponto importante é que de todo o milho produzido no Brasil, cerca de70 % é destinado à alimentação animal.

Tabela 8 – Consumo de milho no Brasil – por segmento

Segmento	2005	2006	2007
1. Avicultura	19.309	20.022	20.515
2. Suinocultura	11.236	11.097	12.022
3. Pecuária	2.520	2.479	2.374
4. Outros animais	615	660	673
Total (1+2+3+4+5)	33.680 (85%)	34.258 (78%)	35.584 (77%)
5. Indústria	4.044	4.150	4.369
6. Consumo humano	690	700	705
7. Perdas	296	310	349
8. Exportação	869	4.327	5.000
Total Geral (1 a 8)	39.579 (100%)	43.754 (100%)	46.007 (100%)

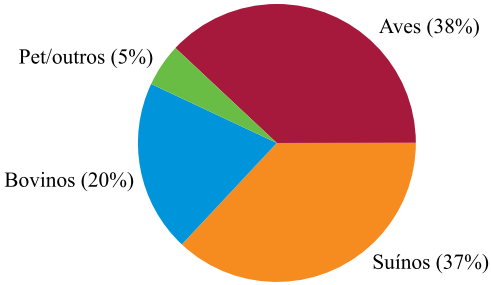
Fonte: Disponível em: <www.abimilho.com.br/estatísticas4.htm>.

Em face do exposto e da importância que a cultura do sorgo poderá representar para o Estado de Pernambuco, evidenciam-se os seguintes pontos a considerar: 1- O sorgo granífero, substitui 100% do milho como ingrediente nas formulações avícolas. No México, desde 1982, é proibido o uso do milho na alimentação animal e a matéria prima utilizada é o sorgo granífero. Nesse país, está a 2º avicultura da América Latina, depois do Brasil; 2 - A cadeia produtiva da avicultura apresenta uma taxa de crescimento positiva ao ano, o que representa uma demanda progressiva de grãos.

Com estes fatos, há uma necessidade imperiosa de se proceder à redução de importação de milho e ao mesmo tempo, proporcionar a compensação desta, com o grão do sorgo, produzido na Região.

Na Figura 5 pode-se observar a utilização do sorgo granífero na alimentação animal, visto por partição dos diferentes segmentos. Com isto, pode-se inferir que o milho pode sem prejuízo ser substituído pelo sorgo na cadeia produtiva da pecuária e outras correlatas.

Figura 5 – Participação dos setores no consumo do sorgo - média aproximada dos últimos 5 anos



Fonte: Sindirações.

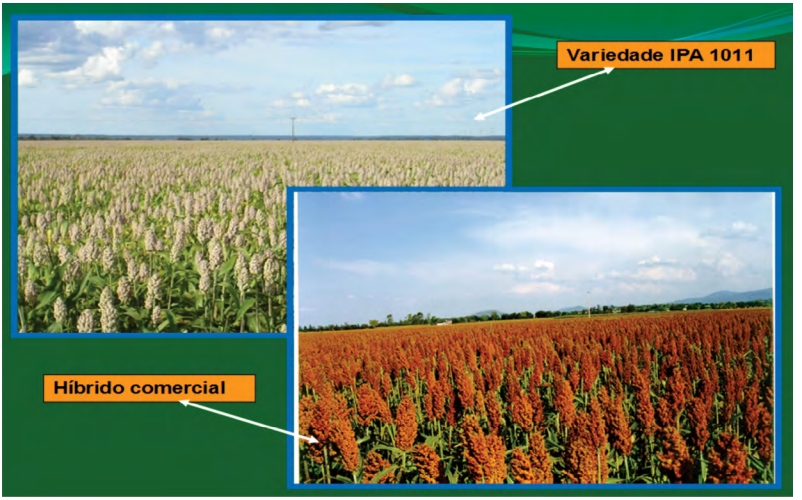
A área de cultivo de sorgo granífero no Brasil, representada basicamente por 12 estados da federação de acordo, exclusivamente, com as estatísticas do IBGE em 2008, pode ser observada na Tabela 4. Convém frisar que esses dados são oriundos de estimativas de sementes híbridas comercializadas, considerando que cada 10 kg de sementes equivalem ao plantio de um hectare. Nesse contexto, não são levados em consideração os materiais varietais locais. As variedades comercializadas não fazem parte dessas estatísticas. Desse modo, no caso do Estado de Pernambuco, se forem considerados só os dados da Tabela 2, a área de cultivo de sorgo granífero encontra-se aquém da realidade. Assim, os dados das áreas cultivadas de sorgo granífero em Pernambuco nos últimos quatro anos foram: 37.271 em 2006; 16.420 em 2007; 15.359 em 2008 e 18.700 em 2009. Esse levantamento vem sendo realizado e acompanhado anualmente pela Diretoria de Extensão Rural do IPA, juntamente com as secretarias de agricultura dos municípios produtores, a partir de áreas assistidas com e sem financiamento de crédito rural.

Estima-se por meio do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE), uma área em torno de 1.259.905,00 ha, com aptidão pedoclimática preferencial e regular para o plantio do Sorgo.no estado de Pernambuco (SILVA, 2001).

4.1.1 Comportamento de Materiais de Sorgo Granífero na Região

Na Figura 6, pode ser observada a visualização de cultivares de sorgo granífero. Uma variedade local e um híbrido comercial. Na Figura 7 consta uma vista parcial da variedade IPA 2502 – sorgo de duplo propósito, para grãos e forragem.

Figura 6 – Vista parcial de cultivares de sorgo granífero: variedade local e híbrido comercial. Cultivares recomendadas pelo Zoneamento Agrícola de Risco Climático – ZARC.



Na Tabela 9 constam os resultados médios de ensaios de avaliação de cultivares de sorgo sob condição de sequeiro e irrigado, em municípios do Rio Grande do Norte e Pernambuco. Esses dados refletem o potencial de variedades de sorgo granífero, cultivado com e sem irrigação. Na Tabela 9, são mostrados os dados de produção de híbridos comerciais de sorgo sob condição irrigada (Chapada do Apodi/RN) e de sequeiro (Município

de Touros /RN) em 2005/06. Foram obtidos resultados da ordem de 7.000 kg/ha de grãos.

Figura 7 – Vista parcial da variedade de sorgo de duplo propósito IPA 2502 no agreste semiárido de Pernambuco (2010)

Tabela 9 – Produção de grãos (kg/ha) em variedades de sorgo granífero em ambientes de Pernambuco e Rio Grande do Norte.

Cultivar	Araripina/2006	Touros/2005
IPA 8602564	3.937	3.727
D 71464	2.677	5.590
IPA 8602588	3.858	4.273
IPA 8602589	4.488	3.407
SC 689	4.488	5.930
(T X IS 6944) 18-2-3	4.016	5.507
(206 X Comp. Caruaru)	2.835	7.590
IPA 8602685	2.913	6.480
IPA 8602636	2.162	6.137
AF 28	1.969	5.927
IPA 8602693	3.150	6.003
IPA 7301011	3.617	7.760
Chuva no ciclo (mm)	616	Irrigado
Fertilização (kg/ha) (N – P – K)	90 – 90 - 60	90 – 90 - 60
Calcário (t/ha)	1,5	-

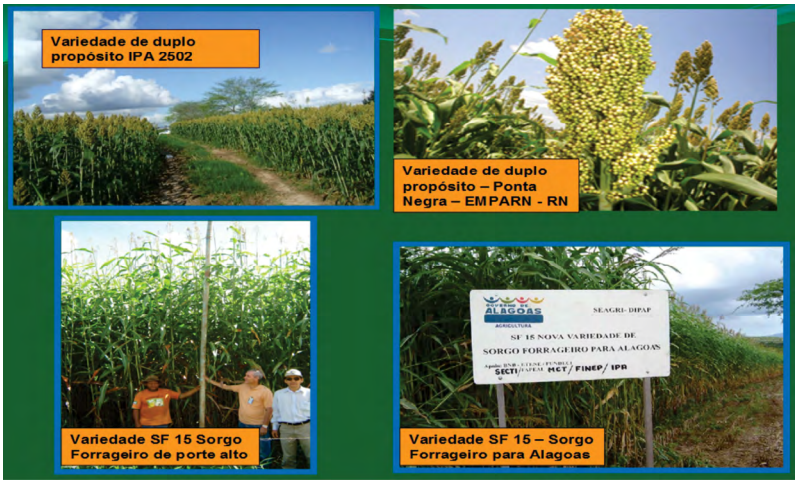
Fonte: Tabosa et al. (2008).

4.2 O Sorgo Forrageiro

O sorgo forrageiro é uma planta produtora de massa e grãos que pode ser comparada ao milho em relação ao seu valor agronômico e nutritivo, justificando seu cultivo por ser uma cultura de fácil cultivo e mecanizável, não restringindo aos pequenos produtores, podendo ser operacionalizado com equipamentos manuais ou de tração animal. Sua aplicabilidade na alimentação dos ruminantes como forma de silagem tem nos últimos anos se tornado cada vez mais comum, como alternativa a fim de amenizar o problema de escassez de pastagem, no período de estiagem. As culturas do milho (Zea mays L.) e do sorgo (Sorghum bicolor (L) moench) apresentam-se como as mais indicadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, alto rendimento e pela qualidade das silagens produzidas (ZAGO, 1992).

Outro fato observado é a grande flexibilidade que este tipo de sorgo oferece, podendo ser cultivado em diferentes sistemas de produção e objetivos, silagem, fenação, pastejo, consórcio com leguminosas e grão (duplo propósito). Nesse contexto, é importante frisar que em termos comparativos, o milho para forragem é mais rico nutricionalmente do que o sorgo. Todavia, o sorgo compensa essa desvantagem em apresentar maior produção. Além disso, pode ser cultivado sob condições de sequeiro em locais não aptos à cultura do milho e com menor risco de frustração de safra. A produção de um hectare de sorgo forrageiro da ordem de 15 t atende às necessidades de consumo em volumoso de 8 (oito) unidades animais (1 U.A. = 450 kg de peso vivo), consumindo 2,5% ao dia do seu peso vivo em matéria seca, por um período de 150 dias, equivalente a 5 (cinco) meses, período estival do ano. No caso de caprinos, o número de animais atendidos nessas mesmas condições será de 40. Na Figura 8 ~~7~~ pode ser visualizada uma variedade de sorgo forrageiro (aptidão silagem e corte), recomendada para a região e mais outra variedade de duplo propósito.

Figura 8 – Variedades de sorgo: de duplo propósito e de porte alto



Fonte: crédito dos autores.

Na Tabela 10, são visualizados o comportamento produtivo e características agronômicas de três variedades de sorgo recomendadas para o Semiárido. As variedades avaliadas foram desenvolvidas pelo IPA, visando o elevado potencial de produção para corte e forragem. A variedade IPA 467-4-2 apresenta aptidão para silagem e possui o colmo de natureza sacarina. A variedade IPA SF 25 apresenta colmo seco e é de ciclo precoce. A variedade SF 11 é de aptidão para silagem e é considerada dentre as demais a mais tolerante ao estresse hídrico. A variedade SF 15 foi desenvolvida pelo IPA conjuntamente com a Seagri – AL, para a bacia leiteira. É uma variedade silageira. Todas estas variedades são registradas no RNC – Registro Nacional de Cultivares do MAPA.

Tabela 10 – Resultados de produção de matéria verde e seca, % de matéria seca e altura de planta das variedades de sorgo forrageiro (1) IPA 467- 4- 2, (2) SF 25, (3) IPA SF 11 e (4) SF 15, em diferentes ambientes (localidades do Semiárido – sob estresse hídrico, irrigado, temperaturas elevadas, solos salinizados e solos ácidos). 2007/2008/2009

Variedade/Local	Variáveis observadas			
	matéria verde (t/ha)	matéria seca (t/ha)	Matéria seca (%)	Altura de planta (cm)
IPA 467-4-2 (estresse)	24,2	6,9	28	320
IPA SF 25 (estresse)	26,2	6,0	23	300
IPA SF 25 (250-350mm)	46,5	14,4	31	410
IPA 467-4-2 (250-350mm)	25,7	8,3	32	260
IPA SF 11 (250-350mm)	45,9	12,8	28	370
SF 15 (250-350mm)	42,3	14,8	34	460
SF 15 (250-350mm)	50,4	14,6	29	400
IPA SF 11 (250-350mm)	39,8	11,2	28	420
IPA SF 25 (250-350mm)	26,6	10,8	40	380
IPA SF 11 (250-350mm)	48,9	16,6	34	360
IPA 467-2-2 (sertão)	31,0	9,2	30	310
IPA 467-4-2 (agreste)	32,0	10,2	32	300
SF 15 (Irrigado)	70,8	21,9	31	380

Fonte: IPA/PE.

4.3 O Sorgo Sacarino

Depois de um período sem se dar importância às alternativas no que concerne às diversas matérias primas renováveis disponíveis para produção de álcool carburante, a crise energética que se apresenta, e a preocupação que vem se dando ao meio ambiente, levaram à procura por materiais que possam suprir essa demanda. Nesse cenário, o sorgo sacarino, pela rapidez do seu ciclo de produção se assemelha à cana-de-açúcar além de fornecer boa quantidade de bagaço que pode ser direcionado tanto para geração de vapor para operação de caldeiras, como na utilização para formulação de rações para ruminantes. Entretanto, ele difere da cana-de-açúcar pelo fato de ser cultivado a partir de sementes, facilitando a obtenção e manejo e apresenta um ciclo vegetativo/reprodutivo bem mais curto, entre 120 a 130 dias. Por outro lado, o sorgo sacarino disponibiliza ainda grãos, que podem ser aproveitados em

um sistema integrado de exploração como fonte energética para alimentação de animais e aves na propriedade rural, objetivando a autossuficiência de energia, aliada a outras atividades voltadas à produção agropecuária.

O cultivo do sorgo sacarino pode ser uma alternativa técnica e economicamente viável para o fornecimento da matéria-prima à microdestilarias, evitando o corte antecipado da cana-de-açúcar. Contudo, o que realmente se propõem neste trabalho é provar que o sorgo cultivado nas regiões em que chove pouco ou com chuvas são mal distribuídas, poderá se tornar uma alternativa para a produção de álcool.

Nas regiões produtoras de álcool no nordeste, normalmente os meses de dezembro a abril são utilizados para os necessários reparos nas instalações e equipamentos. Quando se trata de microdestilarias, que normalmente são dotadas de instalações simples, e a maioria dos trabalhadores fica sem trabalho. Preenchendo esse tempo com a ocupação da mão-de- familiar ou mesmo através do médio produtor rural, esses segmentos poderiam, por meio do cultivo do sorgo sacarino disponibilizar a matéria prima (colmo) do sorgo, contribuindo assim, de forma efetiva não só na geração de emprego e renda, como também para o equilíbrio do preço do produto. Na Tabela 11 a seguir, pode ser observada uma comparação entre o sorgo sacarino, a cana-de-açúcar e o milho, para efeito de produção de etanol, considerando todas as partes da planta, ciclo e produção de biomassa. Nesse âmbito, vale salientar que o sorgo sacarino é quem menos produz emissões de carbono para atmosfera, quando comparado com a maioria dos cultivos. Pode ser considerado como planta de produção limpa de energia (ICRISAT, 2008).

Tabela 11 – Comparativo entre o sorgo sacarino, cana-de-açúcar e milho para produção de etanol

Parâmetro	Sorgo Sacarino	Cana-de-açúcar	Milho
Ciclo	4 meses	12 meses	4 meses
Requerimento hídrico	4.000 m^3	36.000 m^3	8.000 m^3
Produção de grãos	2 t/ha	-	3,5 t/ha
Etanol do grão	760 L	-	1.400 L
Produção de colmos	35-45 t/ha	75-85 t/ha	20-30 t/ha
Etanol do colmo	1.400 L	5.600 L	-
Etanol do resíduo	1.000 L/ha	3.325 L/ha	1.816 L/ha
Etanol total	3.160 L/ha	8.925 L/ha	3.216 L/ha
Óleo	-	-	140 L/ha
Vinhaça / restolho	4 t/ha	13 t/ha	8 t/ha

Fonte: ICRISAT (2008).

Na Figura 8, pode ser observada uma vista parcial de uma área de sorgo sacarino, variedade IPA 467-4-2 (Variedade sacarina, comercialmente utilizada como forrageira, cultivada sob irrigação e fertilizada orgânica e quimicamente, com produção de até 100 t/ha de biomassa) e IPA 2502 (material de duplo propósito de colmo sacarino cultivado na região).

Figura 9 – Variedades de sorgo sacarino em cultivo na Região Nordeste

Fonte: crédito dos autores.

4.3.1 O Comportamento do Sorgo Sacarino em diferentes Ambientes do Semiárido

Na Tabela 12 constam os locais onde as avaliações foram realizadas, no ambiente semiárido, em diferentes municípios. Na Tabela 13 podem ser observados os dados de produção de biomassa nos diferentes ambientes de avaliação. Em Araripina, Semiárido de Pernambuco, as variedades sacarinas tradicionais (rio, roma e ramada) exibiram níveis de produtividade (12,2 a 17,1 t/ha) de biomassa equivalente a praticamente a metade do que produziu cada uma das variedades recomendadas para a região, a SF 15 e a IPA 467-4-2 (29,5 t/ha de biomassa). Esse comportamento também foi verificado em Canguaretama, Apodi e Ipanguaçu, no Estado do Rio Grande do Norte. Esse fato é possivelmente atribuído a problemas ligados ao foto-

período e também a diferenças de comportamento varietal, em função dos aspectos climáticos e exigências da cultura.

Destacam-se nesses resultados de produção de biomassa, os níveis de produtividade obtidos no ambiente de Canindé do São Francisco, sob condições irrigadas. Todas as seis variedades observadas apresentaram produção acima de 120 t/ha de biomassa. Nesse contexto, a variedade SF 15 alcançou o patamar de 194 t/ha de matéria verde em um único corte, sob condições de pleno atendimento de fertilização química e orgânica, além da aplicação de uma lâmina de 7 mm de água no período, distribuída de modo que atendesse a 855 mm no ciclo da variedade. Com relação aos resultados médios obtidos, considerando os cinco ambientes de avaliação, os materiais em destaque foram o SF 15 e o IPA 467-4-2 com 85,9 e 76,5 , ultrapassando a variedade sacarina de maior produção (Theis, com 60,3 t/ha) em 42 e 27 %, respectivamente. Com relação aos resultados médios obtidos de matéria seca, todas as variedades apresentaram níveis de produção superiores a 10 t/ha. Nesse âmbito merece destaque as variedades SF 15 e 467-4-2, com 27 e 24 t/ha, respectivamente (Tabela 14).

Os resultados de produção de colmo, componente importante para exploração dos materiais sacarinos, apresentaram de uma maneira geral, valores de 65 a 75 % das produções da matéria verde total, independentemente das variedades avaliadas. Considerando um valor médio dos cinco ambientes analisados, a variedade SF 15 produziu 60 t/ha de colmo. Na estimativa da produção de caldo em 1.000 Litros/ha, é diretamente considerado a produção despalhada de colmos. No caso da variedade SF 15 que apresentou uma produção média de colmos de 60 t/ha, gerou também um rendimento de caldo da ordem de 24.200 litros/ha, conforme consta na Tabela 15.

Esse valor representa uma eficiência de extração de caldo da ordem de 40,3%, que não diferiu significativamente da variedade de sorgo sacarino Theis, com 53%. Os destaques para rendimento de caldo foram obtidos no ambiente de Canindé do São Francisco, para as variedades SF 15, IPA 467-4-2, THEIS e Roma, com valores de 74, 54, 81 e 48 mil litros/ha, respectivamente. Vale frisar que os resultados obtidos de extração de caldo nos ambientes de Canguaretama, Apodi e Ipanguaçu (RN), foram prejudicados em face do baixo rendimento de moenda.

Na Tabela 17 constam os resultados obtidos para 50% de florescimento nas variedades avaliadas. No ambiente de Araripina/PE, as variedades SF 15 e IPA 467-4-2 apresentaram comportamento tardio (115 e 114 dias), comparativamente às variedades sacarinas tradicionais. Esse fato também foi observado nos ambientes de Apodi e Canguaretema, sendo que com uma antecipação

no florescimento em todos os materiais avaliados, mantendo-se as diferenças entre a SF 15 e IPA 467-4-2 com relação às demais. No ambiente de Canindé do São Francisco, pelo fato da ação de pesquisa ter sido conduzida no período mais quente do ano e sob condições irrigadas e elevada exposição à luz, possivelmente antecipou o florescimento dos materiais avaliados (56 a 66 dias).

Os resultados obtidos de altura média de planta são mostrados na Tabela 19. Na maioria dos ambientes avaliados, as variedades que apresentaram os maiores valores de altura de planta foram o SF 15, o IPA 267-4-2 e Theis. Os maiores valores médios, considerando os cinco ambientes avaliados, variaram de 307 a 319 cm. Todos os materiais apresentaram brix superior a 14 %.

Na Tabela 16 são mostrados os resultados obtidos de eficiência de uso de água com relação às variedades avaliadas. Os valores médios obtidos, considerando os cinco ambientes avaliados, variaram de 310 a 909 kg de água por kg de matéria seca produzida. De acordo com Monteiro (1998) e Tabosa et al. (1987), valores entre 250 a 350 kg de água/kg de matéria seca produzida (kg água/kg MS) exibem elevada eficiência de uso de água, para cultivares produtivas de sorgo forrageiro. No caso vertente, a variedade SF 15 consumiu 310 e a variedade Ramada consumiu 909 kg de água para produzirem a mesma quantidade de matéria seca. Essa informação é considerada valiosa, em face da possibilidade de irrigação em grandes áreas de sorgo sacarino para produção de etanol no Semiárido do Brasil e regiões similares, com o provável advento da transposição do rio São Francisco.

A variedade de sorgo SF 15 apresentou rendimento de biomassa (produção de matéria verde total e de colmo) superiores às variedades sacarinas tradicionais e a variedade IPA 467-4-2 (variedade sacarina comercialmente difundida na região como material de uso forrageiro), podendo ser recomendada para toda região Semiárida e áreas similares.

Tabela 12 – Ambientes/localidades de condução das ações de pesquisa nos estados de Pernambuco, Rio grande do Norte e Sergipe, 2008 e 2009

Ambiente/localidade	Plantio (data)	Colheita (data)	Chuva no ciclo (mm)
Araripina/PE	04/02/2009	04/06/2009	703
Canindé/SE	17/09/2008	16/01/2009	855 *
Ipanguaçu/RN	04/09/2009	13/12/2009	752 *
Canguaretama/RN	06/05/2009	23/07/2009	903
Apodi/RN	23/06/2009	12/09/2009	237

* Sob regime de irrigação – lâmina aplicada de 7 mm a cada três dias.

Tabela 13 – Resultados obtidos de Matéria verde – MV (t/ha) nas seis variedades de sorgo sacarino em ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008/2009

	Matéria Verde					
Cultivar	**Araripina 2009**	**Canindé 2008**	**Ipanguaçu 2009**	**Apodi 2009**	**Canguaetama 2009**	**Média**
SF15	29,5 a	194,3a	131,6a	45,0a	29,1a	85,9a
IPA-467	29,5 a	168,0abc	105,0a	50,3a	29,7a	76,5ab
Theis	17,1b	186,0ab	59,3b	28,3b	11,3c	60,3b
Roma	14,7b	150,6abc	19,3b	25,0b	10,3c	44,0bc
Rio	13,1b	131,0bc	38,0b	26,6b	18,6b	45,4bc
Ramada	12,2 b	121,0c	26,0b	25,3b	9,6c	38,8c
Cv%	17,6	12,7	22,6	10,2	8,8	19,2

Tabela 14 – Resultados obtidos de Matéria seca – MS (t/ha) nas seis variedades de sorgo sacarino em ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008/2009

	Matéria Seca					
Cultivar	**Araripina 2009**	**Canindé 2008**	**Ipanguaçu 2009**	**Apodi 2009**	**Canguaetama 2009**	**Média**
SF15	9,6a	58,3a	43,0a	14,8a	9,6a	27,0a
IPA-467	9,8a	50,0abc	34,1a	16,6	9,8a	24,0ab
Theis	5,6b	55,6ab	18,0b	9,3b	3,7c	18,4abc
Roma	4,8b	45,0abc	7,3b	8,2b	3,4c	13,7bc
Rio	4,1b	39,3bc	11,6b	8,8b	6,1b	14,0bc
Ramada	3,8b	36,3c	8,0b	8,3b	3,1c	11,9c
cv%	19,1	12,8	21,2	10,2	8,8	18,7

Tabela 15 – Resultados obtidos de Peso Verde do Colmo - PVC (t/ha) em variedades de sorgo sacarino em ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008/2009

	Peso Verde de Colmo					
Cultivar	**Araripina 2009**	**Canind 2008**	**Ipanguaçu 2009**	**Apodi 2009**	**Canguaetama 2009**	**Média**
SF15	21,7a	147,3ab	104,8a	23,6b	2,8bc	60,0a
IPA-467	21,4a	134,3abc	80,9a	35,0a	5,8a	55,5ab
Theis	13,8b	153,0a	42,9b	16,0cd	1,3cd	45,4ab
Roma	11,5b	106,6abc	13,1c	13,0de	1,2d	29,1ab
Rio	10,7b	97,0bc	29,3cb	18,2c	3,1b	31,7ab
Ramada	9,3 b	88,0c	18,6cb	10,5e	1,9bcd	25,6b
cv%	17,7	14,6	21,6	8,8	19,8	22,6

Tabela 16 – Resultados obtidos de Eficiência do Uso de Água – EUA (kgH20/kgMS produzida) em variedades de sorgo sacarino em ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008/2009

Eficiência de Uso de Água - EUA						
Cultivar	**Araripina 2009**	**Canindé 2008**	**Ipanguaçu 2009**	**Apodi 2009**	**Canguaetama 2009**	**Média**
SF15	506b	104b	124c	118b	696b	310b
IPA-467	518b	120ab	156c	102b	685b	316b
Theis	893ab	109b	344bc	182a	1813a	668ab
Roma	1035ab	134ab	773a	207a	1969a	824ab
Rio	1207a	159ab	456abc	196a	1093b	622ab
Ramada	1358a	167a	665ab	209a	2145a	909a
cv%	21,3	14,9	31,3	8,8	13,8	22,5

Tabela 17 – Resultados obtidos de floração – 50% florescimento (nº dias) em variedades de sorgo sacarino em ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008/2009

50 % de Floração (Nº Dias)						
Cultivar	**Araripina 2009**	**Canindé 2008**	**Ipanguaçu 2009**	**Apodi 2009**	**Canguaetama 2009**	**Média**
SF15	115a	56c	62b	75 a	88a	79a
IPA-467	114a	58b	67a	69b	76a	76ab
Theis	75b	58b	60b	47d	54b	58bc
Roma	79b	58b	53c	48d	50b	57c
Rio	77b	66a	60b	55	59b	63abc
Ramada	63 c	58b	53c	49d	50b	54c
cv%	3,4	2,2	1,9	1,3	7,2	3,2

Tabela 18 – Resultados obtidos para extração de caldo (1.000 L/ha) em cultivares de sorgo sacarino em ambientes do Rio Grande do Norte e de Sergipe, 2008/2009

Extração de Caldo					
Cultivar	**Canindé/2008**	**Ipanguaçu/2009**	**Apodi/2009**	**Canguaretama/2009**	**Média**
SF15	74,3a	11,0a	8,5b	2,9bc	24,2a
IPA-467	54,0ab	9,0ab	15,6a	5,9a	21,1a
Theis	81,6a	5,9abc	7,3b	1,3c	24,0a
Roma	48,0ab	1,1c	2,4c	1,2	13,2a
Rio	25,6b	1,5bc	6,5b	3,1b	9,2a
Ramada	27,3b	1,7bc	13,3a	1,9bc	11,0a
cv%	28,8	54,7	11,5	21,1	44,4

Tabela 19 – Resultados obtidos para altura média de planta (cm) em cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008/2009

	Altura média de plantas (cm)				
Cultivar	**Araripina/2009**	**Canindé/2008**	**Ipanguaçu/2009**	**Canguaretama/2009**	**Média**
SF15	220bc	342a	353a	362a	319a
IPA-467	320a	335a	284b	290b	307a
Theis	190cd	352a	229c	188c	239ab
Roma	170d	234b	182d	183c	192b
Rio	240b	241b	235c	262b	244ab
Ramada	160d	228b	173d	190c	188b
CV%	5,1	9,4	6,2	9,5	8,1

5 O ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO PARA O SORGO GRANÍFERO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

De conformidade com o MAPA – Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, as Portarias de Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cada Unidade da Federação, compreende o resultado de análises e modelagem de dados climáticos e de observações de ordem fenológica e das exigências mínimas de cada cultura a ser zoneada *per si*. Esse estudo envolve diferentes instituições (Embrapa, Empresas Estaduais de Pesquisa Agropecuária, como o IPA/PE, Seagri/AL, Emparn/RN, etc.,) além de consultorias especializadas, indo desde monitoramento por satélite, considerações dos especialistas de cada cultura envolvida até as considerações e observações locais por aparte dos produtores.

Assim, os estudos e as séries históricas climáticas diárias de no mínimo 15 anos são levados em consideração e elaborado um calendário de plantio por tipo de solo e por cultivar, em cada município. O produto final é publicado em portarias no Diário Oficial da União.

Todavia, para a incriminação do cultivo do sorgo, vem sendo levado em consideração o ZONEAMENTO da cultura para cada um dos Estados do Nordeste. Neste âmbito, vale frisar que a região Semiárida apresenta condições agroecológicas distintas, com variações em termos de clima, vegetação, solo, recursos hídricos, etc., possibilitando o aparecimento de ambientes com diferentes potencialidades de exploração agrosilvipastoril. Assim, os conhecimentos destas variações e a organização dos dados são de fun-

damental importância quando se pretende implantar uma estratégia de desenvolvimento rural/industrial em bases sustentáveis com suas respectivas aptidões para a cultura do sorgo. Além disso, são levados em consideração, os registros históricos de comportamento da cultura no ambiente semiárido.

Vale salientar que todas essas ferramentas acima descritas, são utilizadas para subsidiar e elaborar o Zoneamento de Risco Climático para a cultura do Sorgo. Além de tudo o que foi colocado, são levados em consideração os dados históricos, locais e obtidos pela rede de postos meteorológicos, organizados pela Embrapa Informática Agropecuária através do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciais, desenvolvido pelo Inpe (precipitação pluvial diária, evapotranspiração de referência, coeficientes culturais, disponibilidade e balanço hídrico, modelagem e simulação de época de plantio etc.).

O principal objetivo do zoneamento de risco climático é o de caracterizar as áreas de menor risco para a cultura em tela, além de definir as melhores épocas de plantio para o Estado. Deste modo, conhecendo os fatores de risco, será possível viabilizar a redução das perdas e proporcionar maiores rendimentos.

Este zoneamento é anualmente reajustado, quando for o caso, incluindo ou excluindo alguma área de cultivo ou mesmo aumentando os prazos para plantio da cultura do sorgo em casos pontuais. É publicado anualmente em portaria do Diário Oficial da União. Para a safra de 2017/2018[2], encontram-se zoneados para a cultura do sorgo granífero, municípios de todos os estados que compõem o semiárido brasileiro, com exceção do estado do Espírito Santo, conforme é mostrado na Tabela 20 a seguir. A relação das cultivares de sorgo indicadas para todos os municípios das diferentes unidades federativas encontram-se publicadas nas respectivas portarias. Vale ressaltar que essas cultivares recomendadas foram objeto de testes e de ensaios experimentais, em diferentes locais e anos, na região em estudo.

2 Veja mais em: <www.agricultura.gov.br>.

Tabela 20 – Portarias do Zoneamento de Risco Climático – Municípios zoneados a partir das variáveis de avaliação para cada unidade Federativa, 2010/2011 – região do Semiárido Brasileiro.

Variáveis/UF	AL	BA	CE	MA	MG	PB	PE	PI	RN	SE
Mensuração da Precipitação pluvial: (nº estações)	-	156	190	126	438	99	483	155	165	-
Estimativa da Evapotraspiração potencial (ETp): Método de Penmam/ Monteith (nº estações)	-	40	13	14	-	3	7	6	5	-
Coeficientes culturais (Kc): Obtidos de dados experimentais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Recomendação por ciclo das cultivares: G1 – 110 dias, G2 – 110-120 dias, G3 - >120 dias	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM

Variáveis/UF	AL	BA	CE	MA	MG	PB	PE	PI	RN	SE
Recomendação por disponibilidade máxima de água no solo: Tipo 1 - 30 mm, Tipo 2 – 50 mm, Tipo 3 – 70 mm	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Recomendação por ISNA (índice de satisfação de necessidade de água) = ETr/ETm (>= 0,50 em 20% do território e em 80% doa anos avaliados	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Número e nomes dos municípios zoneados (vide portarias do MAPA)	17/11 DOU: 26/01/11	241/11 DOU: 20/07/11	385/11 DOU: 19/10/11	239/11 DOU: 20/07/11	242/11 DOU: 20/07/11	386/11 DOU: 19/10/11	382/11 DOU: 19/10/11	240/11 DOU: 20/07/11	384/11 DOU: 19/10/11	18/11 DOU: 26/01/11

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

– A expansão da cultura de sorgo no semiárido brasileiro está diretamente correlacionada com as políticas públicas governamentais associadas aos programas de pesquisa, no que diz respeito ao melhoramento vegetal e manejo cultural;
– A opção de cultivo do sorgo está ligada a atividade agrícola desenvolvida no extrato rural, a partir de cultivares desenvolvidas para a região;
– A decisão de adotar ou não o sistema de produção de sorgo é determinada pela educação dos produtores, acesso à assistência técnica, participação em associações ou cooperativas e acesso ao crédito;
– Avanços técnicos ainda precisam ser atingidos no que diz respeito a cursos dirigidos para produtores de forma que, a cultura do sorgo seja mais conhecida em todos seus aspectos técnicos e econômicos, quebrando assim, paradigmas no manejo cultural;
– Cerca de 35 % dos solos agricultáveis existentes no espaço denominado de SEMIÁRIDO BRASILEIRO apresentam aptidão plena e regular para a cultura do sorgo;

O Zoneamento de Risco Climático constitui uma ferramenta de capital importância na definição das áreas, dos períodos de plantio e recomendação de cultivares, evitando com isto o risco de frustração de safra.

A cultivares sacarinas de sorgo apresentam potencial para serem exploradas na entressafra da cana-de-açúcar, nas zonas canavieiras, nos brejos de altitude e no espaço irrigado onde é recomendada para a cultura canavieira, pelo fato do sorgo sacarino ser considerado uma planta de elevada economia hídrica.

Os programas de melhoramento de sorgo apresentam importância no desenvolvimento de cultivares, desde que direcionadas e adaptadas às adversidades ocorrentes na região do Semiárido Brasileiro.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem de forma ampla ao apoio inestimável ao projeto do BNB – Banco do Nordeste do Brasil, financiado pelo Fundeci – Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / Etene – Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras**. Terezina: UFPI, 1984.

ABIMILHO. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MILHO. **Estatísticas**. 2009. Disponível em: <www.abimilho.com.br/ estatísticas4 htm>. Acesso em: nov. 2009.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE PERNAMBUCO. IBGE, 2002.

ASA BRASIL. ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. Disponível em: <www.asabrasil.org.br>. Acesso em: nov. 2009.

APPS. ASSOCIAÇÃO PAULISTA DOS PRODUTORES DE SEMENTES E MUDAS. Grupo Pró-Sorgo: **Evolução da área e produção do sorgo no Brasil** – Atualização em 14/10/2011. Campinas, 2011. Disponível em: <http:// www.apps.agr.br/ dado-estatísticos/>. Acesso em: 14 out. 2011.

BARROS, A. H. C.; TABOSA, J. N.; SILVA, A. A. G. da; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SANTOS, J. C. P. dos; AMARAL, J. A. B. do; LACERDA, F. F.; ASSAD, E. D.; SIMÕES, R. Zoneamento de risco climático para o sorgo no Estado de Pernambuco. IN: CBMET, XIII, Fortaleza/ CE, 2004. **Anais…**, Fortaleza, 2004. CD-ROM.

BLUM, A. Genotypic responses in sorghum to drought stress; I. response to soil moisture stress. **Crop Science**, Madison, v. 14, p. 361-364, 1974.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o Semiárido. **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo** – USP, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008.

CONAB. COMPANHIA BRASILEIRA DE ARMAZENAMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2010/2011: quarto levantamento. Brasília, DF: CONAB, jan. 2011. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Aces' em: 30 out. 2011.

DICKO, M .H.; GRUPPEN, H.; THAORÉ, A. S.; VORAGEN, A. J.; BERKEL, W. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 5, p. 384-395, 2006.

EVANGELISTA, F. R. **A agricultura familiar no Brasil e no Nordeste**. BNB/Etene, 2000.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIOS. FAOSTAT 2008/10. Disponível em: <www.faostat.org/site/567/>. Acesso em: 30 out. 2011.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIOS. FAOSTAT 2016. Disponível em: <www.faostat.org/site/567/>. Acesso em: 23 ago. 2018.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT 2017. Disponível em: <www.faostat.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 22 mai. 2019.

FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D. C. dos; FERNANDES, A. de P. M.; FRANÇA, M. P. O consórcio de sorgo granífero com palma forrageira. **Caderno Ômega** - UFRPE, v. 2. p.131-145, 1986.

FREIRE, L. C.; ALBUQUERQUE, S. Q.; SOARES, J. G. G.; SALVIANO, L.M.C.; OLIVEIRA, M. C. de; GUIMARÃES FILHO, C. **Alguns aspectos econômicos sobre a implantação e utilização do capim buffel em área de caatinga**. Circular técnica 9. Petrolina, Embrapa - CPATSA, 1982.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola municipal** - Rio de Janeiro: IBGE - Sistema IBGE de recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: nov. 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola municipal** - Rio de Janeiro: IBGE - Sistema IBGE de recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: nov. 2017.

ICRISAT - INTERNATIONAL CROPS RESEARCH FOR THE SEMI-ARID TROPIC. Sweet sorghum: Food, feed, and fuel crop. **Andhra Pradesh**, India, 2008. Disponível em: <www.icrisat.or>. Acesso em: nov. 2009.

INFORME AGROPECUÁRIO. **Sorgo**: uma opção agrícola. Epamig, Belo Horizonte, MG. Ano 12, n. 144, 1986.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas – características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa – MG: SBCS/UFV/DPS, 1996. p.95-111.

LIMA, G. S. de. **Estudo comparativo de resistência à seca no sorgo forrageiro (Sorghum bicolor (L) Moench) em diferentes estádios de desenvolvimento**. 123p. Dissertação (Mestrado). Recife: UFRPE, 1998.

LIMA, J. M. P. de; TABOSA, J.N.; LIMA, M.L.; DANTAS, J.A.; CINHA, E. E.; OLIVEIRA, J.G.A.; CASTRO, O.P. da C.M. de. Avaliação de cultivares de sorgo forrageiro sob cultivo de sequeiro e irrigado na chapada do Apodi/RN. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27, Londrina, PR, 2008. **Anais...**, Londrina, 2008. CD ROM, resumo expandido.

LIMA, J. M. P. de; LIRA, M. A.; DANTAS, J. A.; OLIVEIRA, J. S. F. de; LIMA, J. G. A. BRS Ponta Negra – variedade de sorgo de dupla finalidade para o Semiárido nordestino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27, Londrina, PR, 2008. **Anais...**, Londrina, 2008. CD ROM, resumo expandido.

LIRA, M. de A.; ARAÚJO, M. R. A. de; MACIAL, G.A.; FREITAS, E. V. de; ARCOVERDE, A. S. S.; LEIMIG, G. Comportamento de novas progênies de sorgo forrageiro para o semiárido pernambucano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 11, p. 1.239-1.246, nov. 1986.

MDA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Agricultura familiar no Brasil e o Censo Agropecuário**. 2006. Disponível em: <www.mda.gov.br/portal/index>. Acesso em: nov. 2009.

MONTEIRO, M. C. D. **Obtenção e avaliação de híbridos forrageiros de Sorghum bicolor (L) Moench x Sorghum sudanense** (Piper Stapf para o Semiárido de Pernambuco. 1999, 79f. Dissertação (Mestrado) – UFRPE, 1999.

MORRISON, F. B. **Alimentos e alimentação de animais**. 2.ed. Rio de Janeiro: USAID, 1966.

NASCIMENTO, M. M. A. do; TABOSA, J. N.; SIMPLÍCIO, J. B.; BRITO, A. R.de M. B.; REIS, O. V. dos; CARVALHO, H. W. L. de; SILVA, F. G. da. Desempenho de variedades de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos de Pernambuco, Alagoas e Sergipe. na produção de biomassa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26, 2006. Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte, 2006, CD-ROM.

PAUL, C. L. Agronomia del sorgo. Comisión latinoamericana de investigadores en sorgo (CLAIS), ICRISAT.

PATANCHERU, P. O. **Andhra Pradesh**, Índia, 1990.

QUEIROZ, V.A.V.; VIZZOTO, M.; CARVALHO, C.W.P.; MARTINO, H.S.D. **O sorgo na alimentação humana**. Circular Técnica n. 33, 2009. Embapa Milho e Sorgo, 2009

RELATÓRIO IPA - EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Programa de Sorgo Granífero de Pernambuco**. SARA/IPA, Recife-PE, 2008. s/d. n/p.

SÁ, I. B.; RICHÉ, G. R.; FOTIUS, G. A. As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino. In: **Biodiversidade da caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: MMA-UFPE, 2004. p.17-36.

SANTOS, I. L. V. L.; SILVA, P. G.; LIMA JÚNIOR, S. F.; SOUZA, P. R. E.; TABOSA, J. N.; MAIA, M. D. Utilização de RAPD na caracterização molecular de acessos de sorgo (Sorghum bicolor L. (Moench.) recomendados para Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n. 1, p. 60-66, 2010.

SCHAFFERT, R. E., RIBAS, P. M. **Seminário temático sobre sorgo: pesquisa, desenvolvimento e agronegócio**. 16 a 17 de julho de 2001, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. 52 p., 2001. (Documento 14).

SILVA FILHO, J. G. da; FIGUEIREDO, R. C. de; BOMFIM, A. O. R.; SILVA, F. G. da; PRUDENTE, C. A.; SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; REIS, O. V. dos. Potencial máximo de produção de biomassa sob irrigação - cultivar de sorgo forrageiro IPA 467-4-2 (seleção 2000) no sertão sergipano. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., Belo Horizonte, 2006. Embrapa Milho e Sorgo. **Anais...**, Belo Horizonte, 2006. CD - ROM.

SILVA, R. M. A. da. **Entre o combate** à **seca e a convivência com o Semiárido**: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Tese (Doutorado). Brasília, 2006. UNB, 2006.

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; LIMA, G. S. Avaliação potencial de sorgo forrageiro, na alimentação animal, no Estado de Pernambuco, **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.11, n. especial, p.89-99, 1999.

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; LIMA, G. S. de; MONTEIRO, M. C. D. Avaliação potencial do sorgo granífero em Pernambuco na alimentação animal. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 2000, Uberlândia. **Anais...**, Associação Brasileira de Milho e Sorgo, Uberlândia, 2000.

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; LIMA, G. S. Avaliação potencial do sorgo granífero na alimentação animal, no estado de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. ESP, n. 11, p. 89-99, 1999.

SILVA, F. B. R.; SANTOS, J. C. P.; SILVA, A. B.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SOUSA NETO, N. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. P. P.; LEITE, A. P.; SOUZA, L. G. M. C.; SILVA, C. P.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento agroecológico do estado de Pernambuco**. Recife, PE: Embrapa Solos – UEP Recife, 2001. 1 CD ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 35).

TABOSA, J. N.; ANDREWS, J. D.; TAVARES FILHJO, J. J.; Cultivares de milheto forrageiro no agreste pernambucano – Comparativo de produção x qualidade com sorgo forrageiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000. Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia, 2000, CD-ROM.

TABOSA, J. N.; BRITO, A. R. M. B.; CARVALHO, G. de S.; REIS, O. V. dos; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M. do C. S.; SANTOS, V. F.; SIMÕES, A. L.; NASCIMENTO, M. M. A.; AZEVEDO NETO, A. D. de. Yield stability of forage *Sorghum* in semiarid Pernambuco, Brazil**. International *Sorghum* and Millets Newsletter**, Andhra Pradesh, n. 40, p.1-2, 1999.

TABOSA, J.N.; REIS, O. V. dos; BRITO, A. R. de M. B.; MONTEIRO, M. C. D.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C. de; SILVA, F. G. da; AZEVEDO NETO, A. D. de; DIAS, F. M.; LIRA, M. de A.; TAVARES FILHO, J. J.; NASCIMENTO, M. M. A. do; LIMA, L. E. de.; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, L. R. de. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas. **Rev. Bras. milho e sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 47-58, 2002.

TABOSA, J. N.; SIMPLÍCIO, J. B.; NASCIMENTO, M. M. A. do; REIS, O. V. dos; SILVA, F. G. da; LIMA, J. M. P. de. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes do semiárido nordestino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008. Londrina. **Anais...**, Londrina, 2008, CD-ROM.

TABOSA, J. N.; TAVARES FILHO, J. J.; ARAÚJO, M. R. A. de; ENCARNAÇÃO, C. R. F. da; BURITY, H. A. Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions. **Sorghum Newsletter**, Tucson, Arizona, v. 30, p. 91-92, 1987.

TABOSA, J. N.; TAVARES, J. A.; REIS, O.V. dos; SIMPLÍCIO, J. B.; LIMA, J. M. P. de; CARVALHO, H. W. L. de; NASCIMENTO, M. M. A do. Potencial do sorgo granífero em Pernambuco e no rio grande do Norte – Resultados obtidos com e sem irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27, Londrina, PR, 2008. **Anais...**, Londrina, 2008. CD ROM, resumo expandido.

TABOSA, J. N.; TAVARES, J. J.; REIS, O. V. dos; SIMPLÍCIO, J. B.; CARVALHO, H.W.L.de; NASCIMENTO, M. M. A. do; MERGULHÃO, A. C. do E.S. Variedades de sorgo para o Sertão do Araripe - produção de grãos e palhada. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26, 2006. Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte, 2006. CD-ROM.

TABOSA, J. N.; ARAÚJO, M. R. A.; SANTOS, M. C. S.; LIRA, M. A.; SIMPLÍCIO, J. B.; FRANÇA, J. G. E.; LIMA, M. M. A. Obtenção e avaliação de novas cultivares de sorgo forrageiro para o semiárido de Pernambuco. In: XVIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 1992, Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: ABMS, 1992.

TABOSA, J. N.; BRITO, A. R. de M. B.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO NETO, A. D. de; SIMPLÍCIO, J. B.; MACIEL, G. A.; LIRA, M. de A.; GALINDO, F A T. **Prospects for pearl millet in Brazil-Northeast**. In: Embrapa-CPAC. (Org.). INTERNATIONAL PEARL MILLET WORKSHOP. BRASÍLIA, 1999, v. 1, p. 163-179.

TABOSA, J. N.; BRITO, A. R. de M. B.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO NETO, A. D. de; SIMPLÍCIO, J. B.; LIRA, M. de A.; MACIEL, G. A.; GALINDO, F A T. Perspectivas do milheto no Brasil, região Nordeste. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1999, Brasília. **Anais...**, Embrapa, 1999. p. 169-185.

TABOSA, J. N.; BRITO, A. R. M. B.; LIRA, M. de A.; MACIEL, G. A.; MELO, P. C. S. de; SANTOS, V. F. dos; SIMPLÍCIO, J. B. AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS COMERCIAIS DE SORGO GRANÍFERO NO SEMI-ÁRIDO DE PERNAMBUCO. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 9, n. ESP, p. 53-60, 1996.

TABOSA, J. N.; LIRA, M. de A.; TAVARES FILHO, J. J.; BRITO, A. R. de M. B.; NASCIMENTO, M. M. A. Do; SILVA, F. G. da; OLIVEIRA, J. A. C. de; SIMPLÍCIO, J. B.; AZEVEDO NETO, A. D. de; DIAS, F. M.; LIMA, L. E. de; REIS, O. V. dos; FREITAS, E. V. de. Sorgo forrageiro CSF-11. In: RODRIGUES, E. G. (Org.). **Cultivares recomendadas pelo IPA**. Recife, 2002, v. 27, p. 51-52.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V. dos; BRITO, A. R. de M. B.; MONTEIRO, M. C. D.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C. de; SILVA, F. G. da; AZEVEDO NETO, A. D. de; DIAS, F. M.; LIRA, M. de A.; TAVARES FILHO, J. J.; NASCIMENTO, M. M. A. Do; LIMA, L. E. de; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, L. R. de. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecoógicos dos estados de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas - MG, v. 1, n. 2, 2002.

TABOSA, J. N.; SIMPLÍCIO, J. B.; SANTOS, J. P. O.; LIMA, G. S. de. Sorghum genotypes for dual purpose productivity in the semi-arid environment of Pernambuco, Brazil. **International Sorghum and Millets Newsletter Ismn**, Georgia, USA, p. 97-98, 1995.

TABOSA, J. N.; SIMPLÍCIO, J. B.; SANTOS, J. P. O.; LIMA, G. S. de. Evaluation of sorghum genotypes for dual purpose productivity in the semiarid environments of Pernambuco, Brazil. **International Sorghum and Millets Newsletter**, v. 36, p. 97-98, 1995.

TABOSA, J. N.; FRANÇA, G. E.; SANTOS, J. P. O.; MACIEL, G. A; LIRA, M. A.; ARAÚJO, M. R. A.; GUERRA, N. B. Teste em linhas de sorgo no semi-árido de pernambuco para consumo humano. **Pesq. Agropec. Bras**., v. 28, n. 12, p. 1.385-1.359, dez. 1993.

TABOSA, J. N.; ANDREWS, J. D.; TAVARES FILHJO, J. J.; Cultivares de milheto forrageiro no agreste pernambucano – Comparativo de produção x qualidade com sorgo forrageiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23, 2000. Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia, 2000, CD-ROM.

TABOSA, J. N.; BARROS, A. H. C.; BRITO, A. R.de M. B.; SIMPLÍCIO, J. B. Cultivo do sorgo no semiárido brasileio: potencialdades e utilizações. In: FIGUEIREDO, M. do V. B.; SILVA, D. M. P. da; TABOSA, J. N. BRITO, J. Z. de; FRANÇA, J. G. E. de; WANDERLEY, M. de B.; SANTOS FILHO, A. S. dos; GOMES, E. W. F.; LOPES, G. M. B.; OLIVEIRA, J. de P.; SANTIAGO, A. D.; SILVA, F. G. da; PACHECO, M. I. N.; SILVA, C. C. F. da. (eds.). **Tecnologias potenciais para uma agricultura sustentável.** Recife:IPA/EMATER/SEAGRI-AL, 2013. p. 133–162.

UNICEF – FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA INFÂNCIA. **O semiárido brasileiro e a segurança alimentar e nutricional de crianças e adolescentes**. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/pt/caderno_completo.pdf>. Acesso em: 30 out. 2011.

ZAGO, C. P. **Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. In: **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 17. Sete Lagoas, MG: 1992. p. 9-26.

Capítulo 5

CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS PARA RUMINANTES

Magno José Duarte Cândido
Maria Socorro de Souza Carneiro
Elzânia Sales Pereira
Ana Clara Rodrigues Cavalcante
José Neuman Miranda Neiva
William de Jesus Ericeira Mochel Filho

1 INTRODUÇÃO

Com a baixa capacidade de suporte dos pastos nativos e a pequena área dos estabelecimentos rurais e das pastagens cultivadas, são limitadas as alternativas para o desenvolvimento da pecuária no Semiárido. Dentre as tecnologias capazes de contribuir para uma mudança de paradigma na pecuária nordestina, a conservação da forragem é uma das mais versáteis e viáveis opções para a maior parte dessa região. Os processos de conservação de forragem têm como objetivo manter um alimento de bom valor nutritivo com o mínimo de perdas para uso posterior. Nesse sentido, a fenação e a ensilagem podem ser uma opção interessante, por permitir que o excedente da forragem produzida possa ser armazenado de forma a manter estável a oferta de alimento para os rebanhos ao longo do ano. Na busca para estabilizar a oferta de alimentos, é importante também fazer um planejamento e

a gestão da demanda e do suprimento de alimentos para o rebanho dentro da fazenda, razão pela qual ao final do capítulo será abordado o tema da orçamentação forrageiro ao nível de fazenda.

2 FENAÇÃO

A fenação constitui-se em uma das alternativas recomendáveis, especialmente, pela possibilidade de estar associada ao programa de manejo das pastagens, aproveitando para fenar o excedente de pasto produzido no período das águas.

O princípio básico da fenação resume-se na conservação do valor nutritivo da forragem através da rápida desidratação, uma vez que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos é paralisada. Assim, a qualidade do feno está associada aos fatores relacionados com as plantas que serão fenadas, às condições climáticas ocorrentes durante a secagem e ao sistema de armazenamento empregado (REIS et al., 2001).

2.1 Forrageiras Indicadas para Fenação

Para escolha da planta a ser fenada devemos levar em consideração a sua produtividade, tolerância ao corte, capacidade de rebrotação, qualidade, além da facilidade de secagem (GOMIDE, 1980), bem como sua composição químico-bromatológica, destacando-se os teores de fósforo, cálcio e a digestibilidade da matéria seca. À medida que a planta se desenvolve, ocorre redução do valor nutritivo em função da diminuição das percentagens de proteína, fósforo, digestibilidade, e consequentemente, do consumo. A fertilidade do solo reflete-se nos teores de proteína, fósforo, potássio, sendo importante a sua manutenção.

O potencial de produção talvez seja o fator mais importante a ser considerado na escolha da espécie forrageira. Esse fato pode ter influência na diminuição dos custos de produção, visto que na mesma área pode-se obter uma maior quantidade de feno.

A rebrotação depende das condições de fertilidade e umidade do solo, bem como do grau de tolerância das forrageiras ao corte. Gramíneas cespitosas, que têm elevação rápida do meristema apical, têm menor velocidade

de rebrotação após o corte, mas, em relação a gramíneas estoloníferas, são mais fáceis de serem cortadas.

Atualmente é possível fenar todo tipo de forrageira, bastando para isso utilizar métodos e equipamentos adequados ao processamento da planta. Algumas espécies são mais indicadas, como as dos gêneros *Pennisetum* (capim-elefante), *Panicum* (tanzânia, mombaça, aruana, colonião etc.), *Cynodon* (tifton-85, *coast-cross* etc.), *Cenchrus* (capim-búffel), quando desenvolvidas em boas condições de fertilidade e manejo, oferecem oportunidades para confecção de feno de qualidade razoável. Ainda podemos citar a soja perene, feijão-guandu, centrosema, alfafa, leucena, maniçoba, parte aérea da mandioca, sabiá e mata-pasto e diversas outras plantas da Caatinga (Tabela 2).

2.2 O Processo de Fenação

O processo de fenação, tradicionalmente, abrange três etapas principais: corte, desidratação ou secagem e armazenamento. Em cada etapa deve-se adotar procedimento correto, em função do tipo de maquinário utilizado, da espécie forrageira e das condições climáticas, para que o feno produzido apresente qualidade satisfatória.

2.2.1 Corte da Forragem

O período mais indicado para prática da fenação é a estação das águas, ou o ano todo, quando houver possibilidade de irrigação. A forrageira a ser fenada deve apresentar uma elevada concentração de nutrientes, além de um bom rendimento de forragem. Isso ocorre geralmente ainda no estádio vegetativo, quando é maior a proporção de folhas, a porção mais nutritiva da planta (PAZ et al., 2000).

As plantas forrageiras têm características morfofisiológicas que demandam diferentes alturas de corte. De maneira geral, os capins de crescimento prostrado como aqueles dos gêneros *Brachiaria* e *Digitaria* podem ser cortados de 10 a 15 cm, do gênero *Cynodon* de 5 a 10 cm (Figura 1), enquanto que plantas de crescimento ereto como *Avena*, *Hyparrhenia*, *Panicum* e *Pennisetum* as alturas de corte são de 10 a 20 cm. Em termos de leguminosas, a altura de corte normalmente adotada é de 8 a 10 cm do nível do solo. Outro parâmetro fisiológico para determinar o momento de corte é a contagem do número de folhas vivas/perfilho ou o número de entrenós da

planta. Para o capim-tifton 85, em condições de Nordeste e adubado com nitrogênio na dose equivalente a 600 kg/ha x ano, irrigado em sistema de baixa pressão, preconiza-se o corte quando a planta atingir entre 8,5 e 10,5 folhas vivas/perfilho, o que ocorre quando a planta está com cerca de 45 a 50 cm de altura (Figura 1). Para o capim-elefante, recebendo a mesma dose de nitrogênio e na mesma região, é possível utilizá-lo para o feno quando apresentar entre 8 e 10 entrenós, momento no qual a planta está com cerca de 1,80 cm de altura (Figura 1).

Figura 1 – Altura do capim-tifton 85 no momento do corte (esquerda), após o corte (direita) e altura de corte do capim-elefante (abaixo)

Fonte: acervo de José Antonio Alves Cutrim Junior.

O corte pode ser manual ou mecânico e, deve ser feito nas primeiras horas da manhã, após o orvalho, pois facilita o corte e possibilita maior desidratação ao final do dia, e reduzirá os custos com mão de obra e hora/máquina para reviragem (SOUZA, 2000).

O corte manual pode ser feito empregando-se alfange/foice ou roçadeira costal (Figuras 1 e 2, respectivamente).

Figura 2 – Corte do capim-tifton 85 usando roçadeira costal

Fonte: acervo de José Antonio Alves Cutrim Junior.

O corte mecânico propriamente dito é feito com segadeira de barra, segadeira de tambor, segadeira condicionadora ou colhedeira de forragem. Cada maquinário tem altura de corte regulável, largura de corte variável de acordo com o modelo e rendimento.

Pereira (1998) relatou que quando se trabalha com uma forrageira com alta relação folha/haste (ex.: Brachiaria, Tanzânia), ou colmos mais grossos (ex.: capim-elefante), é adequado o uso de segadeira de barra ou condicionadora para promover secagem mais rápida e uniforme, reduzindo os riscos de perda. As segadeiras de barra possuem a desvantagem de baixa velocidade de operação além de promover dilaceração do caule, o que prejudica a rebrotação das plantas, reduzindo a persistência do dossel (ROTZ, 2001).

As segadeiras de disco giratório desenvolvem maior velocidade, sendo que o seu desempenho é limitado pela habilidade do operador. A desvanta-

gem desta máquina é o seu alto custo de operação, pois requer quatro vezes mais potência para operação.

Segadeiras com tambores giratórios apresentam algumas desvantagens comparadas às demais, pois requer duas vezes mais potência comparada com as de disco. Além disto, em decorrência do corte desuniforme, tem-se secagem heterogênea nas leiras.

Minitratores com lâminas frontais (Figura 3) também podem ser utilizados para o corte da forrageira. Eles apresentam um elevado rendimento, fácil manuseio e baixo custo operacional, promovendo um corte uniforme e um espalhamento da forragem em toda área, facilitando a secagem.

Figura 3 – Minitrator com lâmina frontal em operação na unidade demonstrativa de produção de feno do Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura–NEEF (projeto financiado pelo Fundeci/BNB)

Fonte: acervo de José Antonio Alves Cutrim Junior.

Uma avaliação geral evidencia que nenhum dos tipos de segadeira apresenta uma vantagem acentuada sobre outra, portanto qualquer delas pode ser usada na fenação, sendo o fator de decisão o custo de aquisição e a manutenção das mesmas (ROTZ, 2001).

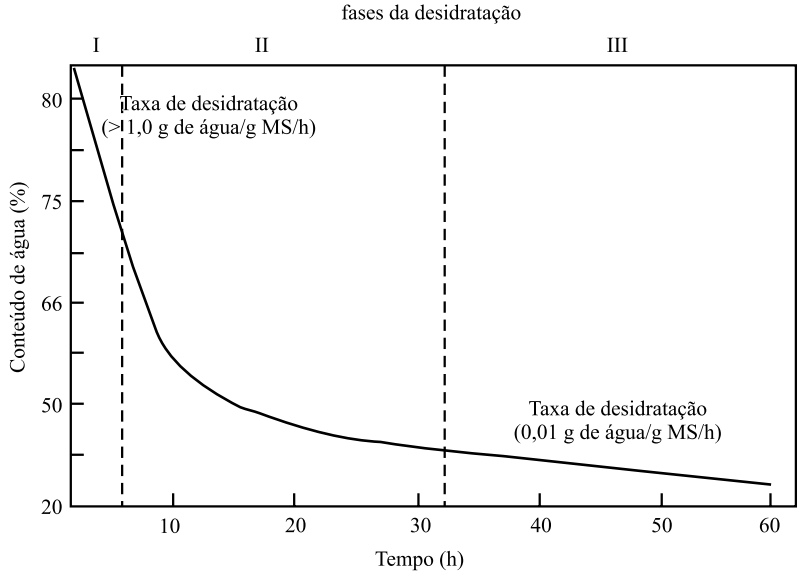
2.2.2 Secagem

As condições ambientais que favorecem a secagem são: dias ensolarados, pouca nebulosidade, baixa umidade relativa do ar, ocorrência de ventos e temperaturas elevadas. O processo de secagem a campo pode ser dividido em três fases (Figura 4):

– **1ª Fase** – Inicia-se após o corte e espalhamento da planta forrageira no campo. Normalmente esta fase é rápida e envolve intensa perda de água, pois os estômatos ainda permanecem abertos, (cerca de duas a três horas), após o corte. O teor de umidade que se encontra em torno de 70 a 90%, cai para cerca de 60 a 65%;

– **2ª Fase** – Nesta fase a perda de água é mais lenta e o teor de umidade, no qual se encontra em torno de 60 a 65%, cai para uma faixa de 45% de umidade. Os estômatos já se encontram fechados e a perda de água ocorre via cutícula foliar;

Figura 4 – Curva de secagem de plantas forrageiras em condições ambientais uniformes



Fonte: Jones e Harris (1979), citados por REIS et al. (2001).

– **3ª Fase** - Inicia-se quando a planta apresenta cerca de 45% de umidade. É o momento em que a planta é mais susceptível às condições climáticas (MOSER, 1995), observando-se maiores perdas na qualidade do material fenado quando há grandes oscilações climáticas (chuvas, aumento da umidade do ar). Nesta fase a forragem torna-se mais susceptível aos danos causados pelo processamento, em que as folhas apresentam-se mais quebradiças, com o caule apresentando alto teor de umidade. Nesta fase, a perda de umidade ocorre através da plasmólise celular, até atingir o ponto definido do feno que é em torno de 15 a 20% de umidade.

A taxa de secagem é favorecida pela maior proporção de folhas e de caules finos. Nessas condições e com tempo bom, dois ou três dias serão suficientes para uma boa secagem. Contudo, o ritmo de desidratação a campo pode ser acelerado de três a quatro vezes, nas etapas iniciais, se a forragem for submetida a várias ações de afofar e revirar, permitindo maior frequência da entrada de ar, vento e raios solares, reduzindo à quantidades mínimas as perdas nesta fase.

Em forragens com maior quantidade de colmo a picagem é fundamental para facilitar a desidratação da planta (Figura 5). Deve ser feita em máquina picadora adequada, com lâminas devidamente afiadas para proporcionar um tamanho de partícula ideal (entre 2,5 e 3,0 cm) tanto para a secagem quanto para otimizar os processos de ruminação do animal. O material picado deve ser colocado sobre uma lona plástica (Figura 6) ou solários de cimento liso em camadas não superiores a 10 cm, virando sempre que possível.

Figura 5 – Picagem do capim-elefante para facilitar a desidratação

Fonte: acervo de José Antonio Alves Cutrim Junior.

A viragem do material deve ser iniciada logo após o corte e, ser repetida tantas vezes quanto possível (Figura 6). Pode ser feita manualmente ou com o uso de ancinhos de tração mecânica de vários tipos que, dependendo da regulagem, podem realizar também as práticas de enleiramento e espalhamento.

Figura 6 – Reviragens do capim-tifton 85 (esquerda) e capim-elefante (direita) para alcançar o ponto de feno

Fonte: acervo de José Antonio Alves Cutrim Junior.

Se o material não secar em um dia, deverá ser enleirado ao final da tarde e espalhado no dia seguinte, evitando assim o reumedecimento pelo orvalho. Ocorrendo chuva durante o dia, o material deverá ser enleirado e coberto imediatamente, voltando ao processo espalhamento e de viragens após enxugar os espaços entre as leiras.

A determinação do ponto de feno pode ser feita por equipamentos adequados ou por maneiras práticas, sendo que a umidade final deverá estar entre 10 e 20%. Dentre as maneiras práticas de verificação podemos citar o processo de torcer um feixe de forragem e observar: se surgir umidade e, ao soltar, o material voltar à posição inicial rapidamente, ainda não está no ponto; se houver rompimento das hastes, passou do ponto e, se não eliminar umidade e, ao soltar o material voltar lentamente à posição inicial, sem rompimento de hastes, está no ponto.

Com a prática, pelo tato e cor, a pessoa identifica o ponto do feno. Deve-se também cravar a unha nos nós dos talos, de onde saem as folhas: o nó deve apresentar consistência de farinha, sem umidade. Nesse ponto, o feno já está pronto, restando enfardá-lo e armazená-lo em local ventilado, e que não corram risco de serem molhados. Em caso de plantas que precisam ser picadas antes de serem desidratadas, o ponto de feno é dado esfregando-se um pouco do material entre as mãos e caso este se desprenda facilmente da palma da mão, temos aí o momento em que o feno deve ser ensacado.

2.2.3 Armazenamento

O feno pode ser armazenado, solto ou enfardado em locais ventilados e livres de umidade. Podem ser aproveitadas as construções já existentes ou construir galpões rústicos no campo, levando-se em consideração as facilidades encontradas na propriedade e o tempo que o feno deverá permanecer armazenado. As formas de armazenamento mais comuns são o armazenamento solto (medas) e em forma de fardos.

No armazenamento solto, o feno é levado a galpões reservados para este fim ou para as chamadas "medas", que são montes de feno organizados no próprio campo de produção, sendo mais indicada para criações extensivas ou semiextensivas. Escolhido um local nivelado, coloca-se o mastro ou tutor; marca-se uma circunferência de acordo com a área da base ao redor deste tutor e, inicia-se a colocação do feno em camadas bem compactadas. No topo da meda deverá ser feita uma espécie de chapéu de sapé, lona plástica ou similares, que evite a penetração de água das chuvas. É necessário construir uma pequena canaleta ao redor da meda, para proteção contra as enxurradas, e cercas para não permitir o acesso por parte dos animais. De maneira geral, as medas têm por diâmetro da base entre 4 a 6 metros, altura de 6 a 9 metros e capacidade de 6 a 12 toneladas. Como principais vantagens deste sistema temos: menor custo no armazenamento; não necessita de abrigos, reduz o transporte e tem fácil acesso para os animais. Como desvantagens: perdas por lavagem, contribuindo para um menor valor nutritivo e também, desperdícios pelos animais no momento da utilização.

Na forma de fardos, o armazenamento pode ser feito em galpões especiais ou a campo, cobertos com lona ou sapé. O material enfardado ocupa menor espaço, tem melhor conservação, facilita o transporte e possibilita o controle da disponibilidade de feno. O enfardamento pode ser feito de forma manual ou mecânica automática. O enfardamento manual é feito utilizando-se enfardadeiras manuais, o que reduz consideravelmente o esforço do operador durante a produção dos fardos. Tal equipamento produz fardos de 13 a 15 kg medindo 40 cm de altura, 45 cm de largura e 65 cm de comprimento (Figura 7), tendo uma produção média de 100 fardos por dia com o uso de 3 operadores.

As enfardadeiras mecânicas automáticas captam a forragem enleirada, fazem a prensagem dos fardos em dimensões variáveis. As enfardadoras podem ser classificadas em convencionais ou prensas-enfardadoras, que produzem fardos prismáticos com dimensões de 40 a 60 cm de largura x

30 a 40 cm de altura x 50 a 130 cm de comprimento, ou ainda rotoenfardadoras, que produzem fardos cilíndricos com largura de 1,50 m a 1,70 m e diâmetro de 1,60 m a 1,80 m (BOLLER, 2002). Em 1 m³ de feno corretamente enfardado, armazenam-se aproximadamente 90-100 kg de material.

Figura 7 – Produção de fardos de feno de capim-tifton 85 feito com enfardadeira manual.

Fonte: acervo de José Antonio Alves Cutrim Junior.

Uma forma alternativa para enfardamento do feno é o uso da prensa manual de madeira para fenação, idealizada e desenvolvida na Embrapa Tabuleiros Costeiros (Figura 8). Em caso de ser construída dentro da propriedade a mesma se tornará barata, acessível e sem dificuldade alguma na sua construção.

Figura 8 – Produção de fardos de feno feito com prensa manual

Fotos: Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Uma outra forma de armazenamento é feita em sacos de sarrapilho, prática muito usada para armazenar fenos que são previamente picados para facilitar o processo de secagem. Esses sacos são colocados sobre estrados que podem ficar em diversos locais (fenil), sendo preferível próximo ao local de fornecimento aos animais (Figura 9). O ensacamento é um método mais prático e menos oneroso, mas apresenta maior dificuldade de acomodação e maiores perdas se armazenados por longo período.

Figura 9 – Sacos de feno armazenados no paiol do Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura – NEEF

Fonte: acervo de José Antonio Alves Cutrim Junior.

2.3 Qualidade e Valor Nutritivo de Fenos

Dentre os fatores que influenciam na qualidade e valor nutritivo dos fenos, citam-se: espécie forrageira, fertilidade do solo para produção da forrageira; disponibilidade de água para produção da forrageira (chuva ou irrigação); idade da planta no momento do corte; condições climáticas na ocasião da fenação; rapidez na desidratação; umidade na ocasião do armazenamento e forma de armazenamento.

Uma característica importante para a obtenção de feno de alto valor nutritivo, consiste na observação da proporção folha/haste, devido a uma interação positiva entre consumo, digestibilidade e a porcentagem de folha no feno. Como características de um bom feno podemos citar: coloração verde; cheiro agradável; boa quantidade de folhas, alta relação folha/haste; possuir caules finos e macios; ausência de mofo e impurezas. Como a espécie forrageira afeta qualidade do feno, as famílias de plantas também. Assim, as leguminosas de modo geral, permitem a obtenção de feno de melhor qualidade que as gramíneas (Tabela 1).

Tabela 1 – Interpretação da análise da amostra de fenos

Componentes	Intervalos esperados na composição químico-bromatológica final dos fenos	
	Gramínea	Leguminosa
Umidade (%)	20 – 15	18 - 15
Proteína bruta*	8-16	15 - 24
Fibra em detergente neutro*	78 – 66	54 - 38
Fibra em detergente ácido*	43 – 30	44 - 28
Cinzas*	9 - 6.1	10.2 - 8.9
Cálcio*	0.26 - 0.4	1.25 - 2.3
Fósforo*	0.18 - 0.27	0.20 - 0.35
Magnésio*	0.13 - 0.21	0.30 - 0.50
Potássio*	1.3 - 1.2	1.7 - 2.25
Lignina*	7-4	-
NDT estimado %	43 – 61	54 - 76

Fonte: COSTA; RESENDE (s/d).
Nota: *Percentagem (%) na Matéria Seca (MS).

Na Tabela 2 são apresentadas características químico-bromatológicas do feno de diversas espécies de importância forrageira.

Tabela 2 – Composição químico-bromatológica de diversos fenos

Feno	MS	PB	NDT	FDN	FDA	Ca	P
	(%)	% da Matéria Seca (MS)					
Soja	89,0	15,9	56,6	64,85	47,00	1,33	0,32
Capim-jaraguá	90,1	4,35	53,1	77,34	46,54	0,52	0,14
Mandioca (folhas)	69,8	26,9	63,1	-	-	4,23	1,06
Mandioca (parte aérea)	90,3	12,1	59,9	53,80	38,47	0,60	0,26
Maniçoba	88,56	12,71	62,10	45,88	31,43	-	-
Alfafa	89,12	19,08	57,5	47,59	37,09	1,29	0,30
Capim-gordura	87,5	3,49	22,30	81,79	53,63	0,36	0,10
Bananeira (folhas)	96,7	16,6	-			-	-
Capim-colonião	93,5	6,70	48,9	75,27	43,27	0,47	0,26
Capim-tobiatã	90,0	7,80	55,3			1,00	0,25
Capim-buffel	92,7	7,90	48,6	82,05	-	-	-
Capim-elefante	89,1	6,36	52,49	79,99	50,31	0,29	0,18
Capim-elefante (FEVC[2])	81,96	6,27	-	86,97	-	-	-
Elefante Paraíso	90,6	14,6	65,6	-	-	1,10	0,35
Ponta da cana	88,4	4,10	57,5			-	-
Sorgo	90,6	4,20	49,7	68,90	42,31	0,30	0,15
Green-Panic	86,0	4,30	-			-	-
Grama-africana	86,6	8,30	-	88,94	45,49	-	-
Capim-Guiné	84,7	4,82	-	79,12	54,69	-	-
Coast-cross	88,9	8,39	52,69	79,18	39,84	0,47	0,21
Capim-Rhodes	90,62	6,05	48,33	-	-	0,40	017
Capim-Setária	86,83	5,78	-	-	-	-	-
Catingueira	92,65	12,38	-	42,42	22,55	-	-
Mata-pasto	88,56	9,15	-	43,02	34,00	1,75	0,12
Capim-andropogon	90,75	4,43	-	-	-	0,44	0,12
Capim-tanzânia	86,81	7,65	-	70,65	40,01	0,60	0,04
Capim-tifton 85	84,25	15,40	59,12	80,91	39,83	0,51	0,20
Capim-tifton 85 (NEEF[1])	83,72	14,28	-	70,01	37,46	-	-
Leucena	91,20	20,97	52,12	65,05	29,11	1,56	0,21
Sabiá	91,55	13,95	-	47,95	27,50	-	-
Gramão	91,82	12,86	-	51,77	23,58	-	-
Centrosema	91,08	20,23	-	-	41,40	-	-
Jurema preta	90,47	14,30	-	35,70	15,77	-	-
Milheto	86,59	9,88	50,30	66,52	46,05	-	-
Cunhã	90,24	18,31	-	57,14	44,69	0,43	0,18
Grama estrela	89,5	11,53	-	71,54	38,66	-	-
Brachiaria decumbens	86,8	4,90	-	80,22	48,68	0,27	0,14
Brachiaria brizantha	84,9	4,95	40,3	77,91	43,86	-	-
Feijão-guandu	85,2	15,3	-	67,17	43,91	0,76	0,18
Capim-urocloa	85,10	6,86	-	83,27	-	-	-
Capim-milhã roxa	84,95	8,91	-	10,38	-	-	-

Fonte: (VALADARES FILHO (2001); CAMURÇA et al. (2002); AGUIAR et al. (2006); VILELA, s/d, ATAÍDE JUNIOR (1997).

Notas: [1]Feno obtido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura–NEEF/ /DZ/CCA/ UFC, em Fortaleza – CE; 2Feno obtido no campo avançado do NEEF na Fazenda Experim. Vale do Curú-FEVC/CCA/UFC, em Pentecostes/CE.

Trabalhos financiados pelo Fundeci/Banco do Nordeste e realizados no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura-NEEF/DZ/CCA/UFC, demonstraram o valor nutritivo superior do feno de capim-tifton 85, em comparação ao do capim-elefante (Tabela 3). Sob condições adequadas, recomenda-se o corte do capim tifton-85 para produção de feno em idades entre 30 e 40 dias. O corte aos 24 dias, embora produza forragem de excelente qualidade, acarreta menor produtividade (3,8 t/ha, contra 4,9 t/ha do corte aos 30 dias).

Tabela 3 – Composição químico-bromatológica de feno de capim-tifton 85 e capim-elefante, em diferentes idades de corte

Feno	Idade de corte (dias)	Composição químico-bromatológica			Produção (ton MS/ha)
		MS (%)	PB	FDN	
			% da Matéria Seca (MS)		
Capim-tifton 85	24	91,01	15,05	65,95	3,8
	30	85,34	15,69	70,10	4,9
	40	78,75	12,12	70,19	3,6
Capim-elefante	60	89,10	6,00	79,70	9,9

Notas: PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em Detergente Neutro.

Por sua vez, o feno de capim-elefante apresenta valor nutritivo inferior, mas nem por isso deve ser negligenciado seu potencial de uso. Para animais que estão em mantença, ou para animais que recebem uma dieta contendo também concentrado eles podem ser utilizados.

2.4 Perdas Durante o Processo de Fenação

2.4.1 Perdas durante a secagem

Durante a secagem, as perdas podem ser atribuídas pelo dilaceramento de folhas e caules, no momento do corte, já que essas frações normalmente não são recolhidas para serem enfardadas. Em leguminosas, há perdas das folhas durante a secagem em detrimento da manipulação da forragem, principalmente no final do processo de secagem devido **à** maior fragilidade

das mesmas (REIS, 1996). Para reduzir tais perdas, é recomendável que a viragem/enleiramento não seja efetuada com níveis de umidade da forragem abaixo de 40% (COLLINS, 1995)

Em caso de secagem muito prolongada, as perdas são em função da fermentação que pode ocorrer, devido às condições climáticas, uma vez que este feno deve ficar coberto por uma lona, promovendo assim alterações indesejáveis no valor nutritivo da planta.

As maiores perdas do feno secado a campo podem ser atribuídas pela ocorrência de chuvas, podendo chegar a 30% (ROTZ; MUCK, 1994). As chuvas na parte final da secagem causam as maiores perdas do que aquelas que ocorrem no início da fenação, devido à perda de permeabilidade que a membrana celular sofre com o decorrer do processo de secagem.

2.4.2 Perdas durante o armazenamento

As perdas durante o armazenamento são atribuídas ao crescimento de microorganismos e ao aquecimento subsequente, provocado pelo armazenamento de feno com alto teor de umidade (acima de 15%).

O feno que não desidratou o suficiente tem o risco de intoxicar os animais que o consomem devido à ingestão de fungos patogênicos, tais como *Aspergillus glaucus*, *Aspergillus flavus, Aspergillus fumigatus*, actinomicetos e termoactinomicetos que causam transtornos digestivos e aborto nos animais. A secagem artificial leva à obtenção de feno de qualidade superior e com perdas bastante baixas, podendo ser feita através de ventilação forçada ou utilizando ar quente em secadores especiais.

Segundo Van Soest (1994) quando os fardos são pequenos e o local é bem ventilado, o calor produzido ajuda a eliminar o excesso de umidade, auxiliando na preservação da forragem. No entanto, quando o calor é excessivo induz à reações não enzimáticas (Reações de Maillard) que provocam escurecimento da forragem e odor desagradável, com consequente perdas de carboidratos, proteínas digestíveis, reduzindo a sua palatabilidade. Fardos grandes (redondos ou retangulares) e com alta densidade são mais susceptíveis aos danos pelo aquecimento.

O armazenamento do feno em galpões é um método altamente eficiente, no entanto, podem ocorrer perdas de 5-10% da matéria seca, para fenos armazenados com umidade abaixo de 20%. Entretanto, o armazenamento no campo resulta em perdas de até 40% da matéria seca. A maior parte das

perdas ocorre na camada externa do fardo e na superfície de contato deste com o solo.

2.4.3 Perdas durante o fornecimento

O processamento do feno pode ser feito para maximizar o uso do mesmo pelos animais. A picagem e a moagem facilitam o manuseio, promove um maior consumo destes pelos animais e reduz as perdas. O consumo voluntário de feno pode aumentar de 10 a 30% com a moagem, quando comparado com fenos de fibra longa ou picado.

As perdas durante a alimentação podem ocorrer em qualquer que seja o sistema usado e a magnitude destas varia com o sistema (Tabela 4). O principal objetivo é estabelecer práticas de manejo que possibilitem aos animais consumirem a maior parte do feno a eles ofertada.

Tabela 4 – Previsão de perdas (%), durante o processo de fenação em diferentes condições de secagem no campo

Fonte de perdas	Ótimas		Normais		Adversas	
	P	C	P	C	P	C
Forragem cortada	-	100	-	100	-	100
Corte/condicionamento	5	95	10	90	20	80
Respiração	5	90	10	81	15	68
Ancinho	5	86	10	73	20	54
Lixiviação	0	86	10	66	15	46
Enfardamento	5	81	10	59	20	37
Armazenamento	5	77	10-20	53-47	30	26
Manuseio	5	74	10	48-43	30	18
Forragem consumida	-	74	-	48-44	-	18

Fonte: MACDONALD; CLARK (1987), citados por REIS (1996).
Notas: P – Perdido (%); C – Conservado (%).

As perdas na alimentação incluem pisoteio, queda de folhas, deterioração química e física, contaminação fecal e rejeição, sendo aceitável perdas de 3 a 6% na maioria do sistema de alimentação.

2.5 Uso do Feno pelos Animais

O feno é um alimento complementar, podendo ser ministrado junto com o pasto, ou com o capim verde-picado, ou com a silagem, e suplementado com concentrados. Quando fornecido na proporção de 0,5 ou 1,0 kg por 100 kg de peso vivo, além da silagem à vontade, tem-se observado que as vacas em lactação ingerem maior quantidade de alimentos (matéria seca) e produzem mais leite, em comparação como o uso de silagem como único volumoso (EVANGELISTA et al. s/d).

A quantidade de feno em dieta exclusiva (sem suplementação) deverá ser fornecida na base de 2,5% do peso vivo do animal, em se tratando de bovinos de corte (MICKENHAGEN, 1996).

Para ovinos, Camurça et al. (2002) verificaram que os fenos de capim-elefante, capim-buffel, capim-urochloa e capim-milhã roxa promoveram um aumento no ganho de peso médio diário (GMD), podendo assim, serem utilizados na alimentação de ovinos confinados, porém deve-se elevar a porcentagem de concentrado na dieta, bem como utilizar animais mais jovens para se obterem melhores desempenhos. Os maiores ganhos de peso foram verificados para ovinos machos alimentados com feno de capim-milhã roxa, apresentando 129 g/dia de ganho. Este resultado mostra também o excelente valor nutritivo do feno de plantas nativas da Caatinga, cuja forragem pode ser conservada na forma de feno, se for não utilizada na época chuvosa pelos animais e se não for necessário deixar chegar à fase reprodutiva para recuperar o banco de sementes da área.

Em trabalho realizado no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura-NEEF, observou-se elevado ganho médio diário no peso de ovinos alimentados com dietas à base de feno de capim-tifton 85 mostrou-se eficiente em dietas consumidas por ovinos confinados, promovendo ganhos satisfatórios (Tabela 5).

As fêmeas alimentadas com feno de capim-elefante mostraram um menor ganho de peso médio diário (g/dia) quando comparado com os demais tratamentos. Tal fato é devido à qualidade do feno de capim-elefante ser inferior ao feno de capim-tifton 85 e a menor capacidade das fêmeas para ganho de peso em confinamentos em longo prazo.

Tabela 5 – Médias de ganho de peso e D12 para ovinos machos e fêmeas alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 e de capim-elefante

Fenos	Ganho de peso (g/dia)		Média	D12* (dias)		Média
	Macho	Fêmea		Macho	Fêmea	
Tifton 85	0,167 aA	0,153 aA	0,160 a	77,4 bA	78,7 bB	78,1 b
Capim-elefante	0,145 aA	0,112 bB	0,128 b	84,6 bA	109,6 aA	97,1 a
Média	0,156 A	0,132 B		81,0 A	94,3 B	

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: *Número de dias necessário para o animal ganhar 12 kg e estar pronto para o abate ou venda.

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem (P<0,05) pelo teste "t", de Student.

Os animais machos dessa pesquisa eram animais mestiços Morada Nova (oriundos do rebanho do NEEF) x SPRD (Sem padrão de raça definida) e animais SPRD. Já as fêmeas eram apenas animais mestiços. A média de ganho de peso diário dos machos mestiços alimentados com feno de capim-tifton 85 foi de 193 g/dia, bem superior da média obtida na média geral do tratamento (mestiços e SPRD), o que demonstra um maior potencial de animais mestiços, devido a sua maior heterose, para confinamentos.

3 ENSILAGEM

A ensilagem é um processo de conservação de forragem cujo princípio básico consiste em cortar a forragem no momento em que esta apresentar boa relação produção de matéria seca:valor nutritivo, colocá-la no silo, compactá-la e fazer a vedação do silo para que ocorra uma fermentação, sem a presença do oxigênio, com o objetivo de conservar o valor nutritivo da forragem (PEREIRA; REIS, 2001). O princípio do processo de ensilagem envolve a paralisação da respiração celular, fermentação dos carboidratos solúveis da planta até ácido lático, pela ação de bactérias homofermentativas, provocando redução no pH da forragem armazenada a níveis que inibem a atividade microbiana, preservando suas características. A silagem é um produto de alto valor nutritivo e de grande aceitabilidade por

parte dos animais e que pode ser armazenado, mantendo seu valor nutritivo por aproximadamente 12 a 18 meses (LIMA; MACIEL, 2006).

3.1 Forrageiras Indicadas Para Ensilar

Existe uma ampla variedade de plantas forrageiras que podem ser ensiladas com êxito, incluindo espécies não consideradas forrageiras, a exemplo da maniçoba. Contudo, na escolha da planta para ensilar deve-se levar em consideração o alto rendimento por hectare, valor nutritivo, adaptação da planta ao solo e clima da região, possibilidade de mecanização, facilidade de aquisição de mudas ou sementes, forma de multiplicação, poder germinativo da semente, entre outros fatores.

3.1.1 Características adequadas das plantas forrageiras para ensilar

Para uma planta ser considerada ideal para ser ensilada ela deve possuir características bioquímicas desejáveis, manejo simples, facilidade de utilização de maquinário, qualidade nutricional e aceitabilidade por parte dos animais. Entretanto, a escolha da espécie para ensilar depende de análise criteriosa de alguns fatores, tais como o clima, técnica de cultivo e ensilagem, topografia e extensão de área disponível, possibilidade de aquisição de sementes ou mudas, de aplicação de fertilizantes e forma de colheita, além da categoria animal que vai utilizar a silagem (EVANGELISTA; LIMA, 2002). Deve-se considerar ainda, o teor de matéria seca, a concentração de carboidratos solúveis em água e capacidade tampão.

- ***Milho*** *(Zea mays L.)*

O milho é uma das plantas mais indicadas para se ensilar, pois possui elevada digestibilidade, boa produção por área, baixo poder tampão e facilidade na colheita. Essa cultura apresenta bom valor nutritivo na forragem colhida, adequado teor de matéria seca e carboidratos solúveis, no momento propício ao corte, o que lhe confere ótimas condições para confecção de silagem, promovendo a conservação do alimento com alto valor nutritivo, além do fácil preparo e da grande aceitação pelos animais. Quanto à idade indicada da planta no momento do corte, recomenda-se o corte do milho

com 100 a 120 dias e teor de matéria seca de 28 a 35%, correspondendo em termos práticos ao ponto farináceo ou pós-farináceo dos grãos.

Neumann et al. (2002) reportaram que os índices de produtividade e adaptação dos cultivares de milho têm sido influenciados pela qualidade da semente, fatores genéticos e ambientais tais como: época de semeadura, população de plantas, preparo e correção do solo, controle de plantas daninhas, pragas, doenças e fertilização do solo.

• ***Sorgo*** *(Sorghum bicolor, L. Moench)*

Inúmeros trabalhos relatam o sorgo como gramínea promissora para produção de silagem na região Nordeste do Brasil. Essa cultura tem como vantagens: maior tolerância à seca e ao calor, alta produção de matéria seca por hectare, possibilidade de se utilizar a rebrota que pode atingir até 60% da primeira produção, contribui com 10 a 12% da área total cultivada para silagem no Brasil, destacando-se, por apresentar produtividade de matéria seca mais elevada que a do milho, principalmente em condições marginais de cultivo, como nas regiões de solos de baixa fertilidade natural e locais onde é frequente a ocorrência de estiagens longas (ROCHA JÚNIOR et al.,2000). O valor nutritivo da silagem de sorgo equivale de 72 a 92% da silagem de milho, entretanto, o sorgo destaca-se por ser um alimento de alto valor nutritivo, elevada concentração de carboidratos solúveis, altos rendimentos de matéria seca por unidade de área (NEUMANN et al., 2002), que podem superar a do milho, devido ao menor custo de produção.

A colheita do sorgo deve ser feita quando o grão estiver no ponto farináceo que é o estágio que pode ser detectado ao cortar o grão com a unha e observar-se uma massa sem a presença de líquido, que geralmente ocorre aos 80 a 120 dias do plantio, dependendo da época de plantio e da variedade cultivada. A produção média do sorgo é de 40 toneladas de silagem por hectare, variando em função das condições climáticas, do manejo e da variedade (EVANGELISTA; LIMA, 2002).

• ***Capim-elefante*** *(Pennisetum purpureum Schum)*

Os capins do grupo elefante apresentam grande potencial para serem ensilados, devido principalmente à elevada produtividade, grande número de variedades, facilidade no manejo, adaptabilidade na região Nordeste do Brasil, além de apresentar bom valor nutritivo. No momento da ensilagem

deve-se associar alta produtividade com bom valor nutritivo, correspondendo 50 a 60 dias da rebrotação. Contudo, a umidade ainda é elevada, recomendando-se usar aditivo ou após o corte deixar o capim exposto ao sol, por um período de seis a oito horas, para posterior trituração. Essa técnica ajuda a eliminar a produção de efluentes, porém se torna inviável quando se trabalha com produções acima de 100 toneladas por ano e colheita é mecanizada (EVANGELISTA; LIMA, 2002).

Dentre os aditivos mais utilizados e que obtiveram bons resultados em pesquisas podem ser citados o farelo de trigo, melaço, rolão de milho, feno de leucena, parte aérea da mandioca, subprodutos da indústria de frutos tropicais, entre outros.

- ***Girassol*** *(Helianthus annuus)*

O girassol por ser uma planta anual adaptada aos diversos climas, caracterizada, principalmente, por apresentar maior resistência ao frio e ao calor que a maioria das culturas, mostra ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, sendo capaz de tolerar períodos secos e produzir grande quantidade de matéria seca. Esta cultura apresenta menor ciclo de produção e elevada capacidade de extrair a água do solo, sendo uma opção para produção de silagens na época da safrinha ou em local onde a deficiência hídrica impossibilita o cultivo de outras culturas tradicionais, como milho e sorgo (TOMICH et al., 2003).

Estudos demonstram que a silagem de girassol se equipara à silagem de milho, principalmente, quando se considera o desempenho animal. Entretanto, a silagem de girassol possui algumas restrições na alimentação animal por apresentar maiores concentrações de extrato etéreo, fibra detergente ácido e lignina, e baixos teores de matéria seca. Contudo, possui elevada degradabilidade ruminal da fração *b,* favorecendo sua utilização como fonte proteica para ruminantes (POSSENTI et al., 2005).

A colheita do girassol deve ser realizada entre 90 a 110 dias após o plantio, porém, neste estágio, o girassol apresenta teor de matéria seca em torno de 18%, tendo então que ser realizado o pré-emurchecimento, exposição ao sol por oito horas. Quando a colheita for mecânica recomenda-se acrescentar produtos com alto teor de matéria seca na proporção de 4 a 10% do girassol, podendo ser farelos, palhas, fubá de milho, feno de leguminosas, entre outros. O cultivo do girassol tem produtividade média em

torno de 40 a 70 toneladas de massa verde por hectare (EVANGELISTA; LIMA, 2002).

• ***Cana-de-açúcar*** *(Saccharum officinarum L.)*

O uso da silagem de cana-de-açúcar tem atraído os produtores devido ao seu potencial de produção, quando comparado com silagens de milho e sorgo (ANDRADE et al., 2001). Porém a utilização de cana-de-açúcar para ensilagem tem algumas restrições, principalmente em relação ao alto teor de carboidratos solúveis e elevada população de leveduras epífitas que levam a processos fermentativos na silagem, produzindo etanol, além de causar perdas de matéria seca e do valor nutritivo. Dessa forma, quando ensilada sem aditivos, apresenta fermentação alcoólica elevada e, consequentemente, produção de etanol, levando à limitação de consumo.

Ao se comparar com outras culturas, uma das vantagens de se produzir silagem com cana-de-açúcar é porque a mão de obra concentra-se em apenas um período, pois esta poácea está no ponto de corte na estação seca, facilitando o processo de ensilagem (SANTOS et al., 2006).Porém, apesar da alta produção aliada com a colheita na época seca, ao se utilizar cana-de-açúcar no processo de ensilagem é necessário utilizar aditivo para diminuir a fermentação alcoólica e aumentar o teor de proteína da silagem.

A produtividade média da cana-de-açúcar, dependendo da região, manejo e variedade, é em média 80 a 120 toneladas por hectare (EVANGELISTA; LIMA, 2002). Dessa forma, silagem de cana-de-açúcar é alternativa viável desde que se conheçam suas restrições, e a escolha do aditivo na ensilagem vai depender da disponibilidade na região em que for feita a silagem. É importante procurar um técnico para fazer a escolha correta do aditivo na hora de se ensilar.

• ***Outras forrageiras***

Nos últimos anos, vêm se realizando estudos para se descobrir plantas forrageiras com potencial para serem ensiladas nas diferentes regiões do Brasil. Há pesquisas com silagens de azevém e cevada (PEREIRA et al., 2003), aveia (FLOSS et al., 2003) alfafa (RANGRAB et al., 2000), milheto (EVANGELISTA; LIMA, 2002), plantas dos gêneros *Brachiaria* (EVANGELISTA et al., 2004), *Panicum* (VASCONCELOS et al., 2009), *Cynodon* (LIMA et al., 2008), entre outras.

A *Leucaena leucocephala* e a *Gliricidia sepium* ***são*** plantas facilmente encontradas na região Nordeste brasileira com potencial para serem ensiladas ou utilizadas como aditivo, no intuito de elevar os teores de matéria seca e proteína bruta. Outras culturas que vêm ganhando destaque na região semiárida é a *Manihot glaziovii* e a *Ipomoea sp*.

3.2 PLANEJAMENTO E DIMENSIONAMENTO DO USO DA SILAGEM

3.2.1 Ajuste da área a ser plantada para alimentar um determinado rebanho

O ajuste da área para produção de silagem deve ser feito em função da capacidade produtiva da área destinada à cultura a ser ensilada, do nível de perdas em todo o processo, do período que se prevê a necessidade de uso da silagem, do tamanho do rebanho e do consumo diário de silagem por cada animal.

Tome-se como exemplo a cultura do sorgo forrageiro, destinada à alimentação de um rebanho de 20 vacas leiteiras com peso corporal de 450 kg, em lactação, durante o período seco do ano (oito meses, aproximadamente 240 dias), alimentadas exclusivamente com silagem.

Área plantada com sorgo forrageiro para produção de silagem = 1,0 ha (10.000 m^2)

Massa fresca de forragem total (MFFT) estimada = 55000 kg/ha (GONTIJO NETO et al., 2002)

Perdas na ensilagem = 15% (NOVAES et al., 2004)

Teor de matéria seca da silagem = 33%

Sobra de silagem no cocho após 24 h de fornecimento = 5%

$$\text{MFFT} = \frac{55000\ \text{kg}}{\text{ha}} - 15\%\ \text{perdas ensilagem} = \frac{46750\ \text{kg}}{\text{ha}}\ \text{de massa fresca}$$

de silagem (MFS)

Descontando-se 5% de sobra de silagem no cocho após 24 h de fornecimento, tem-se:

Massa fresca de silagem consumível

$$(\text{MFSC}) = \frac{46750\ \text{kg MFS}}{\text{ha}} \times \frac{95{,}0\ \text{kg MFSC}}{100\text{kg MFS}} = \text{MFSC} = 46412{,}5\ \text{kg/ha}$$

1 vaca 450 kg peso corporal (PC) x consumo (Cons) de matéria seca de 3,5% do PC/dia:

$$\text{Cons} = \frac{\text{450 kg PC}}{\text{vaca}} \text{ x } \frac{\text{3,5 kg MS}}{\text{100 kg PC x dia}} = \text{15,75 kg MS/vaca x dia}$$

Dividindo-se o consumo diário de matéria seca de silagem por vaca pelo teor de matéria seca da silagem, tem-se:

$$\text{Cons} = \frac{\text{15,75 kg MS}}{\text{vaca x dia}} \div \frac{\text{33,0 kg MSSC}}{\text{100 kg MFSC}} = \text{47,73 kg MFSC/vaca x dia}$$

Cálculo da capacidade de suporte (CS) da área plantada com cultura para ensilagem:

$$\text{CS} = \frac{\text{MFSC}}{\text{Cons}} = \frac{\text{46412,5 kg/ha}}{\text{47,73 kg MFSC/vaca x dia}} = \frac{\text{972,40 vacas x dia}}{\text{ha}}$$

Assim, um hectare de sorgo forrageiro permite alimentar 972,40 vacas em um único dia, ou 4,05 vacas durante 240 dias de estação seca. Fazendo o cálculo para o rebanho estipulado em 20 vacas, então, a área de sorgo necessária para alimentá-lo durante 240 dias de estação seca seria:

$$\text{Área necessária} = \frac{\text{CS}}{\text{Rebanho}} = \frac{\text{(972,40 vacas x dia)/ha}}{\text{20 vacas}} = \text{4,94 ha} \cong \text{5,0 ha}$$

Portanto, cinco hectares de sorgo forrageiro permitem alimentar 20 vacas durante 240 dias de estação seca.

As principais dificuldades para o ajuste correto da área a ser plantada para alimentar determinado rebanho são a falta de estimativas precisas da produção de forragem e da capacidade de consumo pelo rebanho nas condições locais. No Nordeste Brasileiro, este fato torna-se mais grave, pelo uso de mais de uma espécie animal em grande parte das fazendas. Para saber a quantidade correta de animais de uma determinada espécie que equivale a outra espécie, deve-se considerar o peso metabólico e não o peso corporal (LEWIS et al., 1956).

No exemplo anterior, se o rebanho de 20 vacas de 450 kg de peso corporal médio fosse convertido em cabras leiteiras de 45 kg de peso corporal médio, teríamos o seguinte resultado: Equivalência de Peso Metabólico (EPM) = $(45 \text{ kg})^{0,75}$/cabra ÷ $(450 \text{ kg})^{0,75}$/vaca ⇒ EPM = 17,37 $\text{kg}^{0,75}$/cabra ÷ 97,70 $\text{kg}^{0,75}$/vaca ⇒ EPM = 0,18 vaca/cabra ⇒ Equivalência de rebanho = 20 vacas ÷ 0,18 vaca/cabra ≅ 111 cabras leiteiras.

3.2.2 Dimensionamento do silo

A importância do correto dimensionamento do silo deve-se ao fato de que silo maior que a quantidade de forragem a ser ensilada significa gasto desnecessário com material para construção do silo e maior dificuldade de vedação do mesmo, podendo haver maiores perdas no armazenamento.

Para um cálculo correto do tamanho do silo, deve-se adotar uma densidade apropriada da silagem a ser armazenada. A seguir será apresentado um exemplo para silo do tipo trincheira.

Densidade média de um silo do tipo trincheira: 600 kg/m^3. (PEREIRA NETO et al., 2009)

Área plantada com sorgo para produção de silagem = 5,0 ha (50.000 m^2)

Massa fresca de forragem total (MFFT) estimada = 55000 kg/ha (Gontijo Neto et al., 2002)

Perdas na ensilagem = 15% (NOVAES et al., 2004)

$$\text{MFFT} = (55000 \text{ kg} \times 5{,}0 \text{ ha}) - \frac{85{,}0 \text{ kg MFS}}{100 \text{ kg MFFT}} = 233750 \text{ kg MFS}$$

Volume do silo (Vol): 233750 kg MFS ÷ 600 kg MFS/m^3 = 389,58 m^3

Altura do silo trincheira: 1,5 a 3,0 m (Cardoso & Silva, 1995)

O comprimento mínimo (Comp) de um silo-trincheira ou de superfície = 0,15 m de camada removida/dia x número de dias que se pretende utilizar a silagem. Como nas condições predominantes no Semiárido Brasileiro, há em torno de oito meses de seca, então:

Comp = 0,15 m de camada removida/dia x 240 dias = 36 m

Vol = Superfície da seção trapezoidal (SST) x Comp

389,58 m^3 = SST x 36 m

SST = 10,82 m^2

Como o silo tipo trincheira possui a forma de um trapézio, a SST é dada por:

$$\text{SST} = \frac{(\text{Base maior} + \text{base menor})}{2} \times \text{Altura}$$

$$10{,}82 \text{ m}^2 = \frac{(\text{Base maior} + \text{base menor})}{2} \times 2{,}5 \text{ m}$$

B + b = 8,66 m

Como a largura do topo (B) deve ter 0,5 m a mais que a largura do fundo (b) para cada metro de altura do silo (A), então é possível escrever que B = b + 0,5 A e, usando-se esta expressão, pode-se continuar o cálculo assim:

$B + b = 8,66$ m

$b + 0,5\ A + b = 8,66$ m

$2b + 0,5 \times 2,5 = 8,66$ m

$2b + 1,25 = 8,66$ m

$2b = 8,66 - 1,25 = 7,41$ m

e portanto $b = 3,71$ m.

Como $B + b = 8,66$ m e $b = 3,71$ m, tem-se que

$B + 3,71\ m = 8,66\ m \Rightarrow B = 8,66 - 3,71\ m \Rightarrow B = 4,95$ m

Assim, o silo deverá ser de 3,71 m de largura do fundo, 4,95 m de largura no topo, 2,5 m de altura e 36 m de comprimento.

Se o silo for considerado muito largo para o terreno disponível, então pode-se fazer dois silos em vez de um, onde cada um dos silos teria as mesmas dimensões de seção transversal (3,71 m de largura do fundo, 4,95 m de largura no topo e 2,5 m de altura), porém com 18 m de comprimento.

3.3 O Processo de Ensilagem

A ensilagem destaca-se por ser de execução relativamente fácil e ser bastante versátil quanto ao volume a ser produzido e maquinário necessário. Do processo de ensilagem obtemos a silagem, que é a forragem verde, suculenta, conservada por meio de um processo de fermentação (McDONALD et al., 1991).

Um planejamento da produção da silagem é importante, pois envolve cultivo, colheita, transporte, armazenamento e distribuição de forragem, requerendo investimentos em instalações, máquinas e implementos. Dessa forma, a forragem conservada possui alto custo e risco, devendo ser planejado de modo que a relação custo/receita seja favorável dentro do processo produtivo (BERNARDES et al., 2005).

3.3.1 Corte e Pré-secagem

O corte pode ser feito manual ou mecanicamente. O material cortado manualmente pode ser feito com facão, foice, goiva, cutelo, entre outros e

depois transportado até o local onde será picado e ensilado. O corte mecânico é realizado com máquinas especializadas que podem ou não ter dispositivo de condicionamento do material cortado. O recolhimento da forragem pode ser feito utilizando-se uma ensiladeira, desde que adaptado um "molinete" apropriado para o recolhimento da forragem. Existem também carretas recolhedoras, dotadas ou não de picador. O potencial de colheita da forragem depende da capacidade da colhedora, (toneladas/hora), do número de colhedoras e do tempo de colheita efetivo. Fatores como a habilidade do operador, topografia do terreno, distribuição das ruas no campo, umidade do solo, altura e estrutura das plantas e mecanismos de recolhimento e picagem da máquina também estão envolvidos no sucesso da colheita de modo que as perdas possam ser reduzidas.

O estádio de maturidade da planta possui papel primordial na confecção de uma boa silagem, isso porque o processo de ensilagem apenas conserva o valor nutritivo da planta, no momento em que esta for cortada. Com o avançar da idade das plantas, temos maior produção de matéria seca, contudo, também ocorre uma elevação nos teores celulose, hemicelulose e a lignina e, paralelamente, diminuição do conteúdo celular (carboidratos, proteína, etc), comprometendo assim a qualidade do material a ser ensilado (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994).

O corte das plantas forrageiras destinadas à ensilagem deve ser feito no estádio vegetativo, antes do florescimento, ocasião em que a planta se encontra no seu "ponto de equilíbrio" entre produção de matéria seca e qualidade nutricional (PEREIRA; REIS, 2001).

Quando o teor de matéria seca da planta a ser ensilada for muito baixo, menor que 20% (MCDONALD et al., 1991), existe a necessidade de se adotar a prática da pré-secagem ou pré-emurchecimento. Esse procedimento reduz o teor de umidade da planta forrageira a ser ensilada e, consequentemente, eleva o teor de matéria seca e evitar fermentações secundárias, que não são desejáveis (MCDONALD et al., 1991). Essa prática é mais com comum quando a planta a ser ensilada é o capim-elefante, por possuir alto teor de umidade no momento em que as plantas se encontram no momento ideal para a ensilagem. Isso acontece porque esse momento ideal de corte do capim-elefante se dá com aproximadamente 50-60 dias, momento em que estará com aproximadamente 8-10 entre-nós verdadeiros, o que corresponderá a aproximadamente 1,80-2,00 m de altura.

A forragem recolhida e picada deve ter tamanho de partícula entre 2,5 a 3,0 cm o que facilita sua distribuição, compactação no silo e posterior

retirada, mesmo para níveis de matéria seca mais elevados (45%). O tamanho da partícula facilita ainda a mastigação, ruminação e a digestão da silagem bem como facilita a ação dos micro-organismos do rúmen a ter acesso aos nutrientes da planta. Isso facilita também a carga e descarga do silo (EVANGELISTA; LIMA, 2002).

3.3.2 Compactação e Fechamento do Silo

Para a adequada manutenção da qualidade da forragem ensilada é importante que o enchimento do silo seja rápido, estabelecendo condição de anaerobiose o mais rápido possível (JASTER, 1995) pois, esta determina a quantidade de oxigênio residual na massa ensilada, influenciando na qualidade final do produto, nas perdas durante a fermentação e após a quebra da vedação.

O principal efeito de uma má compactação e do atraso de vedação do silo é a redução do suprimento de carboidratos disponíveis, tanto para a fermentação anaeróbica (bactérias do ácido láctico) como para o consumo na silagem por parte do animal (MUCK, 1988). Com uma redução na produção de ácido láctico o pH da silagem se manterá elevado permitindo assim o desenvolvimento dos micro-organismos indesejados como as enterobactérias e clostrídios que causarão o apodrecimento da silagem (MCDONALD et al., 1991).

3.4 Tipos de Silo

No momento de optar pelo silo, não se deve considerar unicamente a sua eficiência na preservação da forragem, mas também: os custos de sua construção, localização – o mais próximo possível de onde será fornecida, o número de animais e categoria animal a ser alimentada, a quantidade de alimento a ser consumida, e as perdas de matéria seca que ocorrem durante o processo de armazenamento, facilidade para carregamento e descarregamento; e o quanto será gasto entre o início e o fim do seu enchimento, e mão-de-obra a ser utilizada para a alimentação dos animais (JASTER, 1995).

• *Silo Trincheira*

O silo trincheira é um dos mais recomendados por sua fácil construção e custo relativamente baixo. De forma geral, são estruturas horizontais com

paredes laterais e podem ser construídos contra um barranco ou em um buraco ou vala feito no chão, existindo a possibilidade de ter sua base e laterais revestidos de alvenaria. Um outro modelo que vem sendo bastante difundido são os silos trincheira construídos sobre a superfície do solo utilizando-se paredes pré-fabricadas, que podem ser compradas ou construídas pelo produtor. Os silos trincheira construídos em um buraco ou vala, apesar de fácil enchimento, possuem desvantagem no seu descarregamento para o fornecimento aos animais, visto que torna mais difícil a retirada da silagem do mesmo.

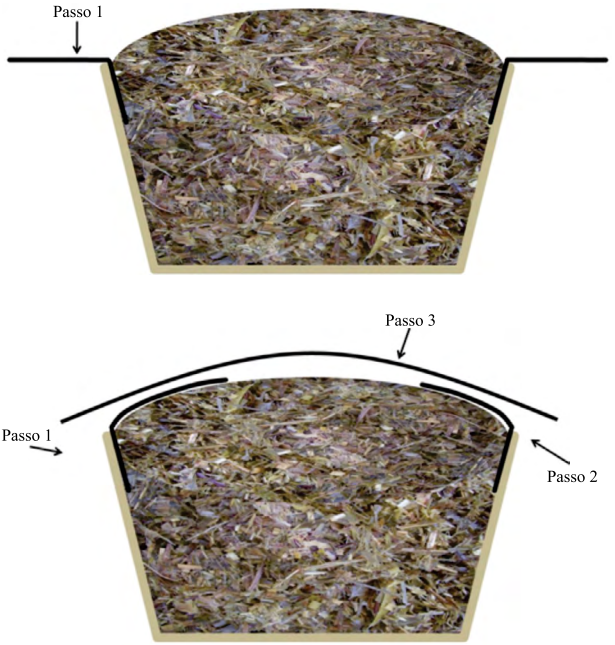
No caso dos silos tipo trincheira, é importante que a compactação não ultrapasse o limite superior das paredes para evitar um abastecimento excessivo, pois a dificuldade de compactação de forma eficiente da camada extra torna a silagem mais suscetível a deterioração aeróbia. Alternativamente, em locais com histórico de fortes chuvas, recomenda-se que a parte central ultrapasse aproximadamente 10 a 20 cm, sendo que esta camada superior deve apresentar uma curvatura descendente em direção às bordas laterias do silo, proporcionando assim maior facilidade de escoamento das águas para as laterais e evitando seu acúmulo sobre o silo (Figura 10).

Figura 10 – Vedação correta do silo com vistas a não permitir aquecimento pela luz solar, danos na lona de vedação por animais ou pela chuva, etc.

Fonte: Ilustração criada pelos autores em adaptação à Bernardes et al. (2009).

Na impossibilidade de o produtor não poder revestir as paredes do silo de alvenaria, recomenda-se o revestimento da base e das laterais do silo com lonas plásticas, ou restos culturais secos na base e lonas plásticas na lateral do silo, para que a forragem a ser ensilada não fique em contato direto com o solo, reduzindo-se assim as perdas. No processo de vedação do silo, independente do mesmo ser revestido de alvenaria ou de lona plástica, a utilização de lonas plásticas extras até 1 ou 2 m, dependendo da profundidade do silo, ajuda a reduzir as perdas nas laterais e na parte superior de forma significativa (Figura 11).

Figura 11 – Diagrama de revestimento das paredes. Etapa 1 – Durante o abastecimento, posicionar a lona plástica sobre as paredes até cerca de 1 ou 2 metros, dependendo da profundidade do silo; Etapa 2 – Posicionar a sobra da lona sobre a massa de silagem após o abastecimento; Etapa 3 – Cobrir a trincheira com outro filme plástico e, em seguida, cobrir com terra



Fonte: Ilustração criada pelos autores em adaptação à Bernardes et al. (2009).

Durante o enchimento do silo, a compactação da forragem deve ser realizada em camadas de aproximadamente 20 cm, pois quanto maior a camada distribuída, maior será a resistência da forragem em ser compactada. Além disso, é importante que a lona utilizada na vedação da parte superior do silo seja nova, possua proteção de dupla face e seja tratada contra radiação ultravioleta com resistência de pelo menos 12 meses.

• *Silo Superfície*

O silo de superfície (Figura 12) é considerado mais prático e econômico por ser erguido sobre a superfície do solo. Apresenta a vantagem de pouca necessidade de maquinários e de proporcionar flexibilidade quanto ao local e tempo necessário ao carregamento. Por não possuir paredes laterais, ocorrem dificuldades de compactação, podendo resultar em maiores perdas em relação aos outros tipos de silos. A área a ser utilizada deverá possuir solo bem compactado e um leve declive por volta de 1%, para auxiliar na drenagem de líquidos. Na confecção deste tipo de silo, deve-se evitar o contato da forragem com o solo, para isso, pode-se forrar a superfície do solo com restos culturais ou com uma lona preta. O ideal é que esse silo tenha dimensões máximas de 6 m de largura e uma altura de até 2 m, para uma boa compactação.

Figura 12 – Compactação (esquerda) e vedação (direita) do silo superfície

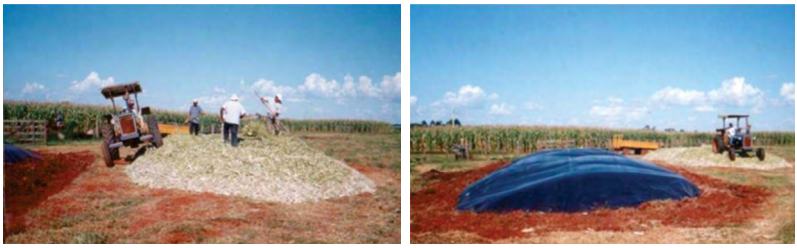


Foto: acervo de Magno José Duarte Cândido.

A vedação com lona, acrescido de terra ou areia ou pneus por cima é de fundamental importância para melhora do processo fermentativo e redução das perdas, bem como de protegê-la dos raios solares e da chuva. É recomendável cercar o silo para evitar a presença de animais, que podem perfurar a lona e assim danificar a silagem.

Esse tipo de silo permite a autoalimentação, ou seja, os animais podem consumir a silagem diretamente do silo, reduzindo-se assim os custos com mão de obra de fornecimento da silagem.

• *Bambonas*

As bambonas (Figura 13) são uma forma prática, rápida e relativamente barata de se confeccionar silagem em escalas menores, sendo uma opção interessante para pequenos e médios produtores.

Figura 13 – Enchimento (esquerda) e compactação da forrageira na bambona (direita)

Foto: acervo de William de Jesus Ericeira Mochel Filho.

As bambonas são tambores plásticos, de 50 a 200 L e, apesar de ter um investimento inicial relativamente alto, a possibilidade de ser reutilizada por diversas vezes compensa o investimento ao longo do tempo. Cuidados devem ser tomados durante a vedação do mesmo. Caso seja utilizado a tampa plástica com fecho lateral, a formação de gases pode estourar a tam-

pa e até mesmo causar acidentes. Pode-se optar por fazer a vedação com pedaços de lonas plásticas pretas (as mesmas utilizadas no silo trincheira ou superfície) que serão presas com o auxílio de ligas de borracha (feitas com câmaras de ar) que podem ser reaproveitadas por longos períodos.

• *Silo cincho*

Esta tecnologia permite que o produtor armazene pequenas quantidades de forragens rapidamente (Figura 14). A base do processo é uma forma metálica com diâmetro de 3 m e altura que varia de 50 a 60 cm, confeccionada com quatro chapas de ferro fundido n.º 14 ou 16 e barras de ferro T de ¾" e lisas, desmontável. Deve ser locado em área plana, que permita a colocação de diversos bolos, a área deve ser protegida contra animais. Ao redor do bolo ou do conjunto de bolos, deve ser escavada uma valeta que possibilite o escoamento de águas pluviais.

Figura 14 – Enchimento e vedação de um silo cincho

Fonte: EMATER-MG.

3.5 Qualidade e Valor Nutritivo de Silagens

Na aplicação prática da avaliação dos alimentos assume-se que os alimentos são variáveis em sua composição e as respostas do animal são reflexo destas variações. A avaliação do valor nutritivo de silagens é melhor interpretada pela resposta do consumo voluntário, digestibilidade e eficiência da utilização de nutrientes digeridos. A ingestão de silagens de maneira geral, é inadequadamente compreendida (VAN SOEST, 1994). Em adição, a fração nitrogenada é constantemente colocada em pauta, quando o as-

sunto é a baixa qualidade das silagens e, consequentemente, sua ingestão pelos animais. Porém, outros mecanismos podem estar envolvidos como, por exemplo, o tamanho médio de partículas do material ensilado. Dentre as causas responsáveis pela menor ingestão voluntária de silagens mal preservadas destacam-se: síntese de substância tóxica, talvez amina, produzida pela fermentação; os teores de ácidos em fermentações muito extensas, o que propicia redução da aceitabilidade; e o decréscimo de substâncias prontamente fermentescíveis, privando a microbiota ruminal de energia necessária a seu crescimento.

3.5.1 Qualidade e Valor Nutritivo de Silagens de miLho, Sorgo, Girassol e Cana-de-açúcar

A silagem de milho é considerada padrão, em virtude dos adequados teores de carboidratos solúveis encontrados na planta, que levam à fermentação láctica, promovendo a conservação de um alimento de bom valor nutritivo. Entre as forrageiras que podem ser ensiladas, o sorgo tem sido muito explorado, considerando que os carboidratos não fibrosos apresentam disponibilidade nutricional rápida e completa no trato gastrintestinal dos ruminantes, ao contrário dos carboidratos fibrosos (VAN SOEST, 1994), a confecção de silagens de sorgo com maiores teores de panículas (grãos), teoricamente poderia aumentar o valor nutricional do material ensilado. Pesquisadores do Institut d'Élevage compararam 50 variedades de sorgo e de milho para silagem, obtidas em condições semelhantes, e constataram que a proporção de partículas finas é duas vezes maior no sorgo que no milho. Nos ensaios sobre o consumo voluntário das silagens de sorgo e de milho em vacas leiteiras, não houve diferença no consumo entre estes dois tipos de forragem (3,3% do peso corporal), fato relacionado aos baixos teores de MS das silagens (26 a 27%), Porém, outras possibilidades podem ser incluídas nos planos alimentares. O uso do girassol (*Helianthus annuus* L.) na alimentação animal sob a forma de silagem tem surgido como boa alternativa para o Brasil (EVANGELISTA; LIMA, 2001). Alguns estudos desenvolvidos com vacas em lactação, nos quais compararam-se silagem de girassol com silagem de outras espécies forrageiras, observaram-se produções similares para os animais alimentados com silagem de girassol, milho ou alfafa.

Com relação **à** cana-de-açúcar, a ensilagem pode, em algumas situações, viabilizar sua utilização, principalmente por facilitar a logística de utilização dessa forrageira. Porém, cana-de-açúcar como alimento para ru-

minantes seja na forma de silagem ou *in natura* apresenta limitações de ordem nutricional, devido aos baixos teores de proteína, minerais e alto teor de fibra de baixa degradação ruminal promovendo repleção ruminal, consequência da baixa produtividade dos animais quando são submetidos a dietas com elevada proporção deste alimento. Para aumentar a eficiência de utilização deste alimento é sugerida a inclusão de suplementação energético-proteica como forma de maximizar a produtividade.

3.5.2 Qualidade de Silagens de Gramíneas dos Gêneros 'Pennisetum', 'Panicum', 'Brachiaria' e 'Cynodon'

Dentre as gramíneas forrageiras tropicais, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) destaca-se como a espécie mais estudada. O estudo de tratamentos que beneficiem o processo fermentativo das silagens de capim-elefante tem sido objetivo em diversas pesquisas. As avaliações de silagens de capim-elefante em rações de ruminantes envolvem a adição de fontes de carboidratos (FERREIRA et al., 2004), de materiais com altos teores de MS (SOUZA et al., 2003; BERNARDINO et al., 2005), emurchecimento prévio do capim (FERRARI JÚNIOR; LAVEZZO, 2001; ANDRADE; MELOTTI, 2004), adição de inoculantes bacterianos (ANDRADE; MELOTTI, 2003) e uso de substâncias nitrogenadas (VILELA; WILKINSON, 1987; ANDRADE; MELOTTI, 2004) no material ensilado. Contudo, estudos desenvolvidos recentemente em nosso país, demonstraram a possibilidade de ensilagem de outros capins, como aqueles dos gêneros Cynodon, Panicum, Brachiaria.

3.5.3 Outras Silagens

Azevém (*Lolium multiflorum* L.), cevada (*Hordeum vulgare* L.) e alfafa (*Medicago sativa* L.) têm se mostrado como boas opções nas regiões de clima subtropical. O azevém e a cevada têm sido muito explorados, em virtude de produzirem silagens de boa qualidade, com elevados rendimentos de matéria seca, e como são forrageiras de inverno, permitem rotação de cultura. PEREIRA et al. (2003) avaliando desempenho de vacas holandesas em lactação submetidas à silagens milho azevém e cevada e em combinações não observaram diferenças nas características de produção de leite (P>0,05), como porcentagem de gordura e proteína do leite, bem como a eficiência alimentar. Estratégias nutricionais têm sido pesquisadas com objetivo de maximizar a eficiência de utilização de N em dietas à base

de silagem de leguminosas, notadamente em silagens de alfafa, tais como a combinação de silagens de leguminosas com silagens com maior teor de amido (silagem de milho) (BRITO; BRODERICK, 2007), uso de silagens de leguminosas com menor potencial de proteólise (BRODERICK et al., 2007), e o uso de aditivos inibidores da proteólise no momento da ensilagem. Os impactos no desempenho animal dessas estratégias nutricionais para minimizar as perdas de N podem ser verificados na revisão de PEREIRA et al. (2009).

O mata pasto já foi sugerido na década de 70 por Braga como possibilidade sob a forma de silagem. Barros et al. (1992), conduzindo estudos com mata pasto na forma de silagem, concluíram que este alimento apresentou potencial satisfatório para alimentação de caprino e ovinos, observando-se consumo de MS de 72,2 e 86,8 g/kg0,75 para caprinos e ovinos e coeficientes de digestibilidade da MS e FDN em média para ambas as espécies igual a 60,3 e 44,3%, respectivamente. Evidentemente, que este alimento deve ser incluído em dietas completas atendendo às exigências nutricionais em cada fase de criação.

Pesquisas realizadas com a parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), comprovam que este material tem boa conservação e pode ser uma opção para os produtores de leite nas regiões onde predomina esta cultura, diminuindo assim os custos da produção (FAUSTINO et al., 2003; MODESTO et al., 2004; AZEVEDO et al., 2006).

3.5.4 Simulação da resposta de vacas no início da lactação com utilização de silagem de milho vs. silagem de capim-elefante vs. silagem de cana-de-açúcar

Como silagem de milho é o volumoso padrão utilizado nos sistemas de produção de leite, hipotetizou-se a contribuição deste alimento comparado às silagens de capim-elefante e cana-de-açúcar, no processo de mobilização de reservas corporais em vacas no início da lactação. Formulou-se uma ração para cada uma dessas forragens, com proporção volumoso: concentrado de 50%, tendo como objetivo destacar os efeitos destes volumosos neste processo, onde se utilizou farelo de soja (3,10 kg), milho em grão (5,0 kg) e ureia (0,1 kg) como alimentos concentrados, mantendo estas mesmas quantidades nas três rações, e 8,20 kg das forragens, nas respectivas rações.

A relação volumoso:concentrado foi fixada em 50:50, com intuito de evidenciar os efeitos das silagens de milho, capim-elefante e cana-de-açú-

car sobre o processo de mobilização, embora esta relação não tenha sido suficiente suprir todas as exigências nutricionais das vacas, pelo sistemas CNCPS no período considerado. Os requisitos para satisfazerem as exigências nutricionais dos animais foram preditos pelo sistema CNCPS, considerando uma vaca de 600 kg de peso corporal, produzindo 35 kg de leite/dia. As variáveis de interesse para a interpretação dos resultados, fornecidos pelo sistema CNCPS, foram a quantidade de leite predita a partir da energia metabolizável (EM) disponível para leite e proteína metabolizável (PM) disponível para leite, balanço de nitrogênio (N) e balanço de peptídeo no rúmen, PM bacteriana, PM oriunda da proteína não degradada no rúmen (PNDR) e variação na condição corporal.

Observou que, embora a produção de leite predita em função da EM e PM não correspondesse à produção esperada de 35 kg/d, a dieta contendo silagem de milho proporcionou uma produção de leite 70 e 29%, e 58 e 13% superior à dieta contendo silagens de capim-elefante e cana-de-açúcar, em função EM e PM, respectivamente. Porém, na dieta contendo silagem de cana-de-açúcar, a produção de leite foi superior à dieta contendo silagem de capim-elefante em 29 e 13% em função da EM e PM, respectivamente. A maior produção de leite observada na ração contendo silagem de milho é um reflexo da melhor qualidade desta forrageira em relação às outras duas; o que pode ser comprovado em função de um melhor balanço de EM e PM promovido por esta forragem, resultando em um melhor balanço de nitrogênio e peptídeo no rúmen, o que aumenta a produção microbiana, comprovado pela maior quantidade de PM microbiana, proporcionando, assim, um maior aporte de metabólitos (acetato, propionato, butirato, proteína microbiana, etc.) para o animal; consequentemente, haverá maior síntese de energia (glicose) e proteína pelo animal, levando a uma menor taxa de mobilização de reservas corporais, o que pode ser comprovado em função do maior número de dias (76) que os animais levariam para perderem uma unidade na condição de escore corporal, ou pela menor perda na produção de leite (6 kg/dia).

3.6 Aditivos na Ensilagem

Há grande variedade de aditivos utilizados para melhorar a qualidade das silagens, no entanto, deve-se considerar a eficácia e viabilidade dos mesmos. Os critérios para um bom aditivo para ensilagem de gramíneas tropicais segundo Igarasi (2002) são apresentar alto teor de matéria seca,

alta capacidade de retenção de água, boa palatabilidade, além de fornecer carboidratos para fermentação, além disso, devem ser de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição.

A inclusão de aditivos absorventes que possuem valor nutritivo superior ao da forragem a ser ensilada deve ser sempre cogitada ou preferida, pois esses aditivos, além de possibilitar melhor perfil fermentativo da forragem, garantem maior manutenção de sua qualidade e ainda elevam o valor nutritivo da silagem (LOPES et al., 2007), desempenhando função de aditivos nutritivos.

3.6.1 Polpa Cítrica

A polpa cítrica tem grande poder absorvente, chegando a elevar seu peso em 145% quando em contato com forrageiras úmidas (VILELA, 1998), reduzindo a perda por efluentes e a umidade. Além disso, propicia a formação de ácido lático devido à sua composição em carboidratos (substratos de bactérias formadoras de ácido lático), e consequentemente, o declínio do pH.

Em trabalho de Bergamaschine et al. (2006), a adição de 10% de polpa cítrica na silagem de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) proporcionou elevação do teor de matéria seca, mas não alterou o teor de carboidratos na forragem, porém, houve redução do pH na silagem resultante. Ribeiro et al. (2009) ao adicionarem 10% de polpa cítrica ou casca de soja nas silagens, observaram médias de coeficiente fermentativo 23,0% superiores às das silagens com teor de umidade original.

Segundo Evangelista e Lima (2000), deve-se fazer uma avaliação econômica da utilização da polpa cítrica na alimentação animal em comparação aos outros aditivos, já que sua produção se destina basicamente à exportação e o seu custo para uso interno é elevado.

3.6.2 Farelo de Trigo

O farelo de trigo além de atuar na retenção da umidade, pode melhorar o valor nutritivo da silagem. Zanine et al. (2007) trabalharam com farelo de trigo em silagem de capim-elefante, e encontraram menor valor de pH, maior valor de ácido láctico e menor perda por gás na silagem tratada com a combinação de farelo de trigo e inoculante. Neste mesmo estudo, obser-

vou-se maior teor de matéria seca e o menor teor de fibra em detergente neutro nas silagens com farelo de trigo, com ou sem inoculante.

A utilização do farelo de trigo e farelo de arroz como aditivos na silagem depende do aspecto econômico. Geralmente, a proporção utilizada do aditivo é de 4 a 10% da massa ensilada, proporcionando bons resultados (EVANGELISTA; LIMA, 2000).

3.6.3 Subproduto da acerola

Dados sobre os valores nutritivos e análises de digestibilidade dos resíduos da agroindústria da acerola, bem como sua utilização na alimentação animal, são escassos na literatura nacional e internacional.

Com relação ao uso do subproduto da produção de sucos como aditivo na ensilagem do capim-elefante Gonçalves et al. (2004) observaram que com adição de 5, 10, 15 e 20% do subproduto desidratado, os teores matéria seca foram elevados e com 15% de adição o teor mínimo de 30% citado como ideal foi atingido. Quanto às características fermentativas, Gonçalves et al. (2004), observaram que com a adição do subproduto da acerola houve queda nos valores de pH, o que indica que a sua adição permite que se produza silagens com boas características fermentativas.

3.6.4 Subproduto do Caju

Neiva et al. (2001) e Ferreira et al. (2002) avaliaram o valor nutritivo de silagens contendo diferentes níveis de bagaço de pseudofruto de caju *in natura*. Em ambos os estudos, a adição do subproduto não elevou os teores de matéria seca de forma significativa tendo as silagens apresentado níveis abaixo do mínimo de 30% considerado como ideal por McDonald (1981) entretanto os valores de pH se mantiveram dentro da faixa de 3,8 a 4,2 o que indica uma boa fermentação da massa ensilada. Quanto aos teores de proteína bruta foram observados valores superiores para as silagens contendo bagaço de caju. Ferreira et al. (2004) observaram que a adição de 36% de bagaço de caju na silagem de capim elefante provocou elevação de 63% nos teores de proteína bruta. Enquanto nas silagens puras os valores foram de 3,6%, naquelas contendo 36% de bagaço de caju foram de 9,6%. Os autores observaram ainda que a adição do subproduto de caju levou a uma diminuição nos valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal, indicando dessa forma que o processo fermentativo foi melhorado.

Outro subproduto bastante importante dentro da cadeia agroindustrial do caju é o pedúnculo ou pseudofruto. Normalmente, após a colheita da castanha, 90% de todo o pedúnculo é perdido nos campos de produção. Visando viabilizar o uso desse subproduto Pompeu et al. (2005) estudaram a possibilidade de inclusão do pseudofruto na ensilagem de capim elefante (0, 5, 10, 15 e 20% em relação à matéria natural). Os autores observaram que a adição do pedúnculo de caju desidratado (PC) elevou os teores de matéria seca da silagem, sendo que no nível de adição de 13,8% os teores de matéria seca foram de aproximadamente 30%. Este teor de matéria seca favorece para que haja predominância de fermentação lática (MCDONALD, 1981). Para os teores de PB, observaram-se aumentos de 0,16 unidades percentuais para cada 1% de adição de PC.

Teles et al. (2010) concluíram que o pedúnculo de caju desidratado pode ser ensilado com o capim-elefante até o nível de 16%, uma vez que, aumentou os teores de PB e CNF e reduziu os teores de FDN e FDA, além de melhorar o padrão de fermentação das silagens.

3.6.5 Subproduto do Abacaxi

Pompeu et al. (2005) avaliaram o valor nutritivo de silagens contendo diferentes níveis de subprodutos de abacaxi e observaram que os teores de matéria seca das silagens aumentaram progressivamente com adição do subproduto do abacaxi. O nível mínimo de 30% de matéria seca considerado como ideal (LAVEZZO, 1988) não foi atingido, porém, valores próximos ao ideal foram observados com adição de 20% de subproduto do abacaxi (28,89% de matéria seca).

Já para os teores de proteína bruta, os autores observaram que a variação entre os níveis de adição de subproduto foi pequena (8,39% a 9,54%) o que é decorrente do fato do capim elefante e o subproduto do abacaxi apresentar teores de proteína bastante próximos.

3.6.6 Subproduto da Manga

O resíduo agroindustrial (casca e caroço), que corresponde de 40 a 60% da fruta, foi utilizado na elaboração de silagem de capim-elefante para alimentação de bovinos, o que representa uma boa fonte nutricional de baixo custo. A adição de resíduo de manga na ensilagem nos níveis de 5; 10 e

15% em relação à forragem verde de capim elefante não alterou a digestibilidade *in vitro*, nem o teor de energia das silagens (PORRAS,1989).

Teles et al. (2010) utilizando subproduto da manga na ensilagem do capim-elefante concluíram que tal material pode utilizado na ensilagem do capim-elefante, uma vez que adições acima de 8,6% melhoram o processo fermentativo das silagens. No entanto, deve se atentar que tais silagens apresentam baixos níveis de proteína e elevados teores de extrato etéreo e de compostos nitrogenados complexados com a fibra (Nitrogênio insolúvel em detergente neutro e Nitrogênio insolúvel em detergente ácido), o que poderá comprometer o aproveitamento das mesmas pelos animais.

3.6.7 Subproduto do Maracujá

Aquino et al. (2003) avaliaram as características fermentativas e nutricionais de silagens de capim-elefante contendo diferentes níveis (0,5, 10, 15 e 20%) de subprodutos da produção de suco de maracujá. A adição do subproduto do maracujá (SM) promoveu elevações de 0,44 unidades percentuais nos teores de MS para cada 1% de adição. No entanto, o teor de MS ideal (30-35%) citado por McDonald (1981) para ocorrência de um bom processo fermentativo não foi alcançado. Já os teores de PB aumentaram 0,17 unidades percentuais para cada 1% de adição de SM às silagens. Destaca-se que para essa variável, a adição de 0,47% de SM fez com que o teor de PB atingisse o nível ideal para um bom funcionamento ruminal (7%) citado por Silva e Leão (1979). A adição de SM não alterou os valores de pH das silagens (P>0,05). Destaca-se, entretanto, que os valores observados mantiveram-se dentro da faixa tida como ótima (3,8-4,2) para silagens bem conservadas (MCDONALD, 1981; WOOLFORD, 1984).

3.7 Perdas na Produção e Utilização de Silagens

O processo de ensilagem envolve diversas etapas até o processo de conversão da forragem ingerida em produto animal. Ao longo destas etapas, anteriormente citadas no livro, ocorrem perdas, que a depender de sua magnitude e da etapa do processo em que as mesmas ocorrem podem gerar prejuízos para o produtor e, uma visão negativa do processo, comprometendo seu uso como forma de conservação de forragem. As perdas totais não deveriam ultrapassar os 15%, no entanto, a realidade mostra que estas perdas ficam em torno de 25 a 30%.

Em geral, são quantificadas, principalmente, as perdas do processo de transformação da forragem verde em silagem. Na Tabela 6 existem algumas informações clássicas sobre estes tipos de perda e suas causas. Algumas dessas perdas são inevitáveis, porém podem ser minimizadas com ajustes tecnológicos, como poderá ser visto nos itens seguintes.

Tabela 6 – Perdas de energia na silagem de milho e sorgo

Processo	Tipo de perda	Perda em MS (%)	Causas
Respiração	Inevitável	1 a 2	Reações da planta
Fermentação	Inevitável	1 a 2	Microorganismos
Fermentações secundárias e efluentes	Evitável	0 a 7	Baixo teor de MS e excesso de oxigênio na massa ensilada
Deterioração aeróbia no armazenamento	Evitável	0 a 10	Alto teor de MS, partículas grandes, má compactação e demora no enchimento
Deterioração aeróbia no descarregamento	Evitável	0 a 15	Altos teor de MS, baixa densidade, técnicas incorretas de descarregamento

Fonte: Adaptado de Lopez; Muhlbach (1994).

As plantas de milho e sorgo, em geral, apresentam quando colhidas na época adequada, teores adequados de matéria seca e de carboidratos solúveis suficientes para um bom processo fermentativo e a produção de silagem de excelente qualidade. As perdas neste tipo de silagem são mais associadas a fatores de manejo do que a limitações fisiológicas das plantas.

As perdas no processo de ensilagem, propriamente dito, se iniciam na colheita. É importante dizer que estas perdas podem variar de 2 até 10%. O ideal é que o processo de colheita seja mecanizado, para reduzir o tempo de colheita e aumentar a quantidade de material colhido no ponto adequado. É importante a regulagem correta do maquinário e capacitação do operador para que as perdas nesse processo sejam mínimas, não ultrapassando o limite inferior de 2%.

As perdas durante o enchimento se devem, principalmente, ao tempo de contato do material cortado com o ar. Quanto mais longo for o período de exposição do material ao ar maior será a perda dos carboidratos solúveis, causando limitações na eficiência da fermentação e alterações de temperatura controlados por fatores químicos e físicos, como a concentração de oxigênio (GUIM et al., 2002) e também maiores serão as perda de nutrien-

tes e redução do valor nutritivo da silagem (MCDONALD et al., 1991). O processo de ensilagem quando bem planejado não deve apresentar perdas de matéria seca superiores a 4% durante a fase de enchimento.

A escolha do tipo de silo pode ser muito importante para reduzir as perdas durante o armazenamento (Tabela 7). Quanto ao tipo de silo para armazenamento, os do tipo trincheira mostram-se mais adequados ao processo, embora os de superfície venham sendo utilizados sem restrições, com a vantagem de poder ser alocados em qualquer lugar que seja estratégico para posterior retirada e fornecimento aos animais. Trabalhos indicam que as perdas na forragem ensilada, em diferentes tipos de silo também sofrem influência do teor de umidade presente na massa ensilada.

Tabela 7 – Estimativas de perda de matéria seca (% MS) em forragens ensiladas em diferentes tipos de silos e com diferentes teores de umidade

	Perdas (% MS)			
Tipo de silo	**Deterioração superficial**	**Fermentação**	**Efluente**	**Total**
Torre				
65% Umidade	4	8	0	12
Trincheira				
85% Umidade	6	11	10	27
75% Umidade	8	9	3	20
70% Umidade	10	10	1	21
Superfície				
85% Umidade	12	12	10	34
75% Umidade	16	11	3	30
70% Umidade	20	12	1	33

Fonte: Adaptado de Jaster (1995).

Em silos trincheira as áreas mais influenciadas são o topo e as localizadas em contato direto com a parede do silo, chegando a níveis de 76% de perdas segundo Ashbell e Weinberg (1991). Os principais efeitos da deterioração são redução da matéria seca e desempenho animal, além de riscos a saúde dos animais e do homem por possível contaminação com patógenos ou micotoxinas presentes na silagem.

O revestimento das paredes do silo por lona plástica antes de seu abastecimento foi recomendado por Bernardes et al. (2009) e tem alcançado excelentes resultados com a qualidade da massa periférica similar a do centro do silo.

As principais perdas após a abertura do silo são a oxidação dos açucares solúveis e degradação do ácido lático produzido durante a fermentação, resultando maior proporção de parede celular e menor valor nutritivo e de matéria seca (VELHO et al., 2006). Ainda, segundo esses autores, se mal manejado após a abertura, o silo poderá ter perdas superiores àquelas por ocasião de seu fechamento, variando de 2 a 19%.

A ensilagem de gramíneas tropicais está mais sujeita a perdas por gases e efluentes que a ensilagem de grãos porque é alto o teor de umidade que a forragem se encontra no ponto de seu maior valor nutritivo, que é o ponto indicado para que a silagem seja feita. O volume de efluente produzido está diretamente influenciado pelo conteúdo de matéria seca da forrageira ensilada e o grau de compactação, podendo sofrer efeito do tipo de silo, tratamento mecânico e dinâmica da fermentação dentre outras. O pré-emurchecimento é uma técnica que aumenta o teor de matéria seca do material ensilado, reduzindo as perdas por efluente. Andrade e Melotti (2004) registraram aumento em 25% no teor de matéria seca de silagem de capim-elefante apenas utilizando esta técnica, por 6 horas (28º C de temperatura ambiente e 27% de umidade relativa do ar).

Alternativa para elevar os teores de matéria seca é o uso de aditivos, que devem possuir alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água, bom nível de carboidratos solúveis para adequada fermentação e ausência de fatores antinutricionais e inibidores de consumo. A Tabela 8 traz informações sobre alguns dos principais aditivos utilizados para aumentar o teor de matéria seca em silagem de gramíneas tropicais.

Existe também outra categoria de aditivo importante para reduzir as perdas no processo de ensilagem de capim. A atuação do aditivo, neste caso, é para aumentar a quantidade de carboidratos solúveis necessários para que o processo fermentativo ocorra em material que já passou do ponto de colheita e que em geral tem altos teores de matéria seca, mas baixos teores de carboidratos solúveis (CS). Na Tabela 9, encontram-se resultados de literatura sobre uso de aditivos para melhorar o padrão de fermentação em silagem de gramíneas tropicais, reduzindo assim as perdas fermentativas que ocorrem dentro do silo, durante o processo de produção da silagem.

Tabela 8 – Principais aditivos e seus níveis de inclusão em silagem de gramíneas tropicais para aumentar os teores de matéria seca e reduzir as perdas por efluentes

Gramínea	Aditivo	Inclusão (%)	Efeito	Fonte
Capim-elefante	Resíduo de acerola	20	Aumento em 11,35% do teor de MS.	Gonçalves et al. (2004)
Capim-elefante	Farelo de trigo	30	Aumento em 100% do teor de MS.	Zanine et al. (2005).
Capim-elefante	Fubá de milho	6%	Aumento de 15% para 21,6% o teor de MS	Andrade e Melotti (2004)
Capim-elefante (13%MS)	Polpa cítrica	20%	Eliminou a produção de efluentes	Bernardino et al. (2005)
Capim-tanzânia	Polpa cítrica peletizada	10%	Aumentou de 15 para 25,7% o teor de MS	Corrêa et al. (2000)
Capim-tanzânia	polpa cítrica	12%	Aumento CS de 25 para 55g/kg	Ávila et al. (2003)
Capim-marandu	Polpa cítrica peletizada	10%	Reduziu de 109 para 17l a produção de efluente.	Bernardes et al (2005)

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 9 – Principais aditivos e seus níveis de inclusão em silagem de gramíneas tropicais para permitir um adequado processo fermentativo

Gramínea	Aditivo	Inclusão (%)	Efeito	Fonte
Capim-tanzânia	Cana de açúcar	50%	Redução do pH e do N-amoniacal, aumento MS	Zanine et al. (2006)
Capim-elefante	Melaço	1%	Perdas MS=6,8%, pH=4	Andrade e Melotti (2004)
Capim-elefante	Melaço	2%	Perdas MS=6,65% pH=3,9	Andrade e Melotti (2004)
Capim-elefante	Melaço	3%	Reduz o pH e melhora a fermentação lática	Ferreira (1998)
Capim-elefante	Bagaço de caju	24-48%	Redução do pH e do $N\text{-}NH_3$	Ferreira (2002)
Capim-elefante	Farelo de cacau	15%	Redução $N\text{-}NH_3$	Teixeira et al. (2008)
Capim-elefante	Cana de açúcar	23%	Mantém baixo o pH, reduz perdas em efluentes.	Teixeira et al. (2008)
Capim-elefante	Polpa cítrica	4,7-7,6%	Melhora os padrões de fermentação	Rodrigues et al. (2005)

Fonte: elaborada pelos autores.

As principais causas de perda no processo de produção e uso de silagens de milho e sorgo são falhas de manejo. A correção dessas falhas pode minimizar de 30 para 15% as perdas totais de matéria seca tornando o processo mais eficiente. O uso de técnicas como pré-emurchecimento e o uso de aditivos são fundamentais para garantir a produção de silagens de gramíneas tropicais com maior eficiência do processo fermentativo e, consequentemente, com menores perdas.

Gestão dos recursos forrageiros com uso de aplicativo

A pecuária no semiárido é desenvolvida em sua grande maioria em propriedades rurais com até dez hectares por agricultores familiares (IBGE, 2015). A quantidade de rebanho é incompatível com o tamanho da propriedade, sendo os modelos responsáveis por alta pressão de pastejo e como consequência degradação do pasto nativo e baixa sustentabilidade da produção. A dificuldade dessa tipologia de produtores em quantificar a dinâmica da oferta de forragem no pasto e o consumo animal e fazer um planejamento adequado dos recursos disponíveis além de promover a degradação ambiental, torna essas populações mais dependentes de políticas governamentais e insucesso no acesso a mercados que remunerem melhor a produção familiar. Ferramenta de planejamento alimentar é base para reverter essa situação desfavorável e promover o uso sustentável dos recursos naturais.

Existem muitas opções de forragem conservada, assim como é muito variado o pasto nativo que é base da alimentação dos rebanhos. Desse modo, foi desenvolvido um aplicativo chamado orçamento forrageiro (disponível no Google play), que auxilia o produtor no processo de gestão dos recursos forrageiros em nível de propriedade.

O orçamento forrageiro é uma ferramenta de apoio à tomada de decisão que permite a realização do planejamento alimentar e uso sustentável do recurso forrageiro nativo da propriedade rural do semiárido. A ferramenta foi disponibilizada em formato de aplicativo móvel em 2017, para dispositivos com sistema operacional Android, auxilia o produtor na tomada de decisão em aspectos de gestão da propriedade uma vez que permite prever a necessidade de redução ou aumento do rebanho, bem como da aquisição ou produção de fontes de forragem adicionais ao pasto nativo (Cavalcante et al., 2013) visando sustentabilidade da produção agropecuária.

As vantagens do uso do aplicativo são:

1 – Facilidade de acesso, (está disponível para todos os usuários de dispositivos mobile com sistema Android ®

2 – Gratuidade. Não é necessário o pagamento de qualquer taxa para acesso ao aplicativo, sendo necessário apenas dispor de conta no gmail® ou facebook®.

3 – Número ilimitado de simulações. Permite ao produtor e ou ao técnico a realização de várias simulações, sendo útil para diversas situações, como por exemplo, para quando se tem mais de uma propriedade.

4 – Segurança da informação. Todas as simulações realizadas com o aplicativo são armazenadas em uma nuvem de dados, e a parda do celular ou tablete

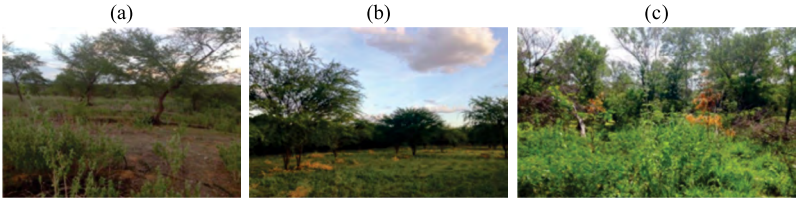
5 – Rapidez no fornecimento de informações técnicas sobre as quantidades de forragem da propriedade.

6 – Várias opões para tomada de decisão. O produtor pode combinar fontes de forragem dentro do planejamento, bem como, alterar o tamanho do rebanho.

A ferramenta é baseada em um algoritmo contendo base de dados de ofertas de forragem do pasto nativo, coletadas em diversos locais do ambiente semiárido, que foram classificadas em três tipos: alta, média e baixa oferta, a partir de três parâmetros específicos: cobertura do solo, produção de biomassa de forragem e composição florística do pasto. Para cada tipo foi aplicado um nível de utilização de respectivamente: 40%, 25% e 10% (ARAUJO FILHO, 2003), visando manter o equilíbrio dos sistemas e eliminar o superpastejo, independente do modelo de produção utilizado pelo produtor. Além da Caatinga como pasto, há também disponível um banco de dados com produções do capim-buffel (*Cechrus ciliaris* L.) no semiárido. A condição de baixa oferta representa as áreas de pasto de Caatinga degradados, cujo nível de utilização não passa de 10%, a cobertura vegetal é escassa mesmo no período chuvoso, e as produções são inferiores a 500kg MS por ha ao ano. A condição de alta oferta de forragem refere-se aos ambientes de Caatinga mais produtivos do ponto de vista pastoril. Esse ambiente tem alta cobertura do solo, mesmo na estação seca (serapilheira), presença de grande número de espécies forrageiras nos diversos estratos e produções acima de 5.000 kg de MS de forragem por hectare ano. Enquanto a condição de média oferta apresenta um padrão intermediário entre a alta e a baixa ofertas. Os produtores entendem essa dinâmica ao obser-

varem pelo aplicativo fotos que ilustram essas condições (Figura 15). A partir disso, com auxilio também de um menu de informações, o produtor distribui as áreas que tem de pastagem pelos diferentes tipos.

Figura 15 – Imagens ilustrativas das condições de um pasto nativo com baixa (a), média (b) e alta (c) ofertas de forragem disponíveis no aplicativo para classificação das áreas de pasto da propriedade.



Fonte: acervo de Ana Clara Cavalcante.

O segundo passo do aplicativo é o registro dos rebanhos presentes na propriedade. Todos os ruminantes estão contemplados, ou seja, caprinos (corte e leite), ovinos de corte e bovinos (corte e leite). As categorias principais são matrizes, reprodutores e animais jovens (todo o restante do rebanho). Recomenda-se registrar a quantidade máxima de animais que o produtor possui ou pretende adquirir. Solicita-se informar uma estimativa do peso dos animais, visto que o consumo de forragem será calculado com base em estimativa do peso vivo. O consumo de forragem é estabelecido tendo como base as exigências de matéria seca preconizadas para bovinos, ovinos e caprinos (AFRC 1993; AFRC 1998, PFISTER; MALECHECK 1986), considerando três categorias principais: Matrizes, reprodutores e jovens. É possível também o produtor informar ao aplicativo as quantidades que ele dispõe de forragem suplementar.

Após o fornecimento das informações sobre o pasto e os animais da propriedade, o algoritmo gera um resultado de balanço de forragem do pasto nativo. O balanço positivo possibilita que o produtor ajuste a simulação, por exemplo, adquirindo mais animais, ou ainda pode servir de referência para ele alugar o pasto ou vender forragem conservada. O balanço negativo gera outras possibilidades: venda de animais e ou aquisição de fontes de forragem suplementar.

A ideia da ferramenta é empoderar o produtor do semiárido no processo de tomada de decisão sobre a gestão da propriedade, tendo por base o planejamento forrageiro. Ao realizar as simulações o produtor tem acesso a números que podem ser por ele trabalhados de modo que o mesmo tenha autonomia de vender animais em época de preços mais favoráveis, ou se preparar para a produção de mais de um tipo de alimento (Tabela 1).

Tabela 10 – Possibilidades de tomada de decisão com base nos resultados de simulações do planejamento com o aplicativo do orçamento forrageiro

Resultado da simulação	Tomada de decisão	
	Sobre a forragem	Sobre o rebanho
Saldo de forragem positivo	Vender forragem Alugar pasto Manter reserva para outros anos	Aumentar o tamanho do rebanho
Saldo de forragem negativo	Comprar forragem Produzir forragem suplementar na propriedade Combinar diferentes tipos de forragem para atender a demanda que falta	Vender animais

Fonte: elaborada pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do feno e da silagem constitui-se alternativa de alimentação dos rebanhos de fácil procedimento, podendo ser utilizada em qualquer lugar, sempre que houver excedente de forragem ou como uma estratégia para suporte alimentar do rebanho na época da seca.

Para obter o máximo benefício com o uso de forragens conservadas, é fundamental conhecer o clima da região, o tipo de planta a ser explorada para a produção de feno e silagem, a idade e as épocas mais propícias para o corte, os fatores que afetam a taxa de secagem da planta (feno) e a sua fermentação (silagem), o nível de participação destes na dieta, conforme os requerimentos nutricionais do rebanho, além de dimensionar corretamente a área de produção, os silos e a área do secador (se for o caso) e o tamanho do galpão de armazenagem do feno em relação ao rebanho.

Finalmente é importante realizar uma gestão planejada e racional dos recursos forrageiros disponíveis frente à demanda pelo rebanho, a fim de se obter a máxima economicidade do sistema de produção animal.

REFERÊNCIAS

AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and protein requirements of ruminants**. 1993, 158p.

AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **The nutrition of goats.** 1998, 116p

ARAUJO FILHO. 2003. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga**. Disponível em http://www.cstr.ufcg.edu.br/ppgz/manejo_pastoril_sustentavel_caatinga.pdf acesso em 17 de julho de 2018.

AGUIAR, E. M.; LIMA, G. F. C.; SANTOS, M. V. F. S.; CARVALHO, F. F. R.; GUIM, A.; MEDEIROS, H. R.; BORGES, A. Q. Rendimento e composição químico-bromatológica de fenos de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2226-2233, 2006.

AHSBELL, G.; WEINBERG, Z. G. Top silage losses in horizontal silos. **Canadian Agricultural Engineering**, v. 33, p. 391-393, 1991.

ANDRADE S. J T.; MELOTTI L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum* Schum). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p. 409-415, 2004.

ANDRADE, J. B.; FERRARI JUNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e acrescida de rolão-de--milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p.1.169-1.174, 2001.

AQUINO, D. C.; NEIVA, J. N. M.; MORAES, S. A de.; **SÁ, C** .R. L.; VIEIRA, N. J.; LOBO, R. N. B.; GONÇALVES, J. S. de. Avaliação do valor nutritivo da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de subproduto do maracujá (*Passiflora edulis*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, RS, 2003. **Anais...**, Santa Maria, 2003. (CD--ROM)

ATAÍDE JUNIOR, J. **Fenação de forrageiras tropicais e seu uso na alimentação animal**. 1997. Disponível em: <http://www.tdnet.com.br/domicio/feno.htm>. Acesso em 28 jan. 2008.

ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J.; EVANGELISTA, E. R.; MORAIS, V. B.; TAVARES, E. Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos. II concentração de carboidratos solúveis. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...**, Santa Maria: UFSM, 2003. 3p. (CD ROM).

AZEVEDO, E. B.; NÖRNBERG, J. L.; KESSLER, J. D. et al. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v. 36, p.1.902-1.908, 2006.

BARROS, N. N.; KAWAS, J. R.; LOPES, E. A. et al. Estudo comparativo da digestibilidade de leguminosas nativas com caprinos e ovinos, no semiárido do Estado do Ceará. II - Digestibilidade *in vivo* da silagem de mata-pasto (*Cassia* ssp). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 1.551-1.555, 1992.

BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W. V. V.; ISEPON, J.; CORREA, L. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (B. brizantha cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p.1.454-1.462, 2006.

BERNARDES, T. F.; AMARAL, R. C.; NUSSIO, L. G. Sealing strategies to control the top losses in horizontal silos. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1, 2009, Piracicaba. **Anais…**, Piracicaba: FEALQ, v. 1, 2009, p. 209-224.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; MOREIRA, A. L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v. 62, p. 214-220, 2005.

BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Importância do planejamento na produção e uso da silagem. In: EVANGELISTA, A. R.; AMARAL, P. N. C.; PADOVANI, R. F. (Eds.). **Forragicultura e pastagens**: temas em evidência. 5.ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. p.121-176.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. G.; ROCHA, F. C. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 2185-2191, 2005.

BOLLER, W. **Enfardamento adequado.** UPF, Passo Fundo/RS, 2002.

BRITO, A. F.; BRODERICK, G. A. Effect of varying dietary ratios of alfalfa silage to corn silage on production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 3.924-3.938, 2007.

BRODERICK, G. A.; BRITO, A. F.; COLMENERO, J. J. O. Effects of feeding formate-treated alfalfa silage or red clover silage on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p.1.378-1.391, 2007.

CAMPOS, A.C. N.; **Do campus para o campo**: tecnologia para produção de ovinos e caprinos. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005.

CAMURÇA, D. A.; NEIVA, J. N. M; PIMENTEL, J. C. M.; VASCONCELOS, V. R.; LÔBO, R. N. B. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas à base de feno de gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.5, p. 2.113-2.122, 2002.

CARDOSO, E. G.; SILVA, J. M. **Silos, silagem e ensilagem**. Campo Grande, MS, 14 fev. 1995, nº 02. Disponível em: <http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga /GCD02.html>. Acesso em : 28 jun. 2011.

CAVALCANTE, A. C. R.; GONCALO FILHO, F.; ANGELO, I. Uso do orçamento forrageiro em abordagem participativa para produção de caprinos no bioma Caatinga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS NO SEMIÁRIDO, 2013, Iguatu. **Anais...,** Iguatu: Universidade Federal do Ceará; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2013. p. 1-6.

COLLINS, M. Hay preservation effects on yield and quality. In: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). **American Society of Agronomy** Inc., Madison, Wisconsin, p. 67-89, 1995.

CORRÊA, L. A.; CORDEIRO, C. A; POTT, E.B. **Silagem de capim como estratégia manejo intensivo de pastagens**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, Comunicado Técnico, n. 26, p. 1-6. 2000.

COSTA, J. L.; RESENDE, H. **Feno**. Embrapa-Agência de informação Embrapa, Agronegócio do leite, s/d. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/ AG01/ arvore/AG01_307_217200392413.html.> Acesso em: 15 mar. 2008.

EMATER. **Silo Cincho**. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/site_ emater/Serv_Prod/Livraria/Pecuaria/Livraria_Pecuaria.asp#>. Acesso em: 10 jan. 2011.

EVANGELISTA, A. R., LIMA, J. A. **Silagens**: do cultivo ao silo. 2.ed. Lavras: Editora UFLA. 2002.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C. et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 443-449, 2004.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...**, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p. 177-217.

EVANGELISTA, A. R.; REZENDE, A. V.; BARCELOS, A. F.; **Manejo e fenação das forrageiras do Gênero *Cynodon.*** UFLA, (s/d).

FAUSTINO, J. O; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C. et al. Efeito da ensilagem do terço superior da rama de mandioca triturada ou inteira e dos tempos de armazenamento. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, p. 403-410, 2003.

FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1.424-1.431, 2001.

FERREIRA, A.C.H. **Valor nutritivo das silagens de capim elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju**. 101p. Dissertação (Mestrado). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002.

FERREIRA, A. H. F.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. et al. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p.1.380-1.385, 2004.

FERREIRA, J. J. Alternativas de suplementação e valor nutritivo do capim-elefante sob pastejo rotacionado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n.192, p. 66-72, 1998.

FLOSS, E. L.; BOIN, C.; PALHANO, A. L. et al. Efeito do estádio de maturação sobre o rendimento e valor nutritivo da aveia branca no momento da ensilagem. **Boletim Indústria Animal**, v. 60, n. 2, p. 117-126, 2003.

GOMIDE, J. A. Características de planta forrageira a ser fenada. **Informe Agropecuário**, v. 6, n. 64, p. 6-8, 1980.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; VIEIRA, N. F. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (Psidium guajava L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n.1, p.131-137, 2004.

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; CÂNDIDO, M. J. D.; MIRANDA, L. F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação, rendimento, proteína bruta e digestibilidade *in vitro*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p.1.640-1.647, 2002

GUIM, A.; ANDRADE, P.; ITURRINO-SCHOCKEN, R. P. et al. Estabilidade aerobic de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum) emurchecido e tratado com inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31 n. 6, 2.176-2.185, 2002.

GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E. C.; SOUSA, M. F. et al. Padrão de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de Jitirana-Lisa (Ipomoea glabra Choisy) e Jitirana Peluda (*Jacquemontia asarifolia* L. B. Smith) frescas e emurchecidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2.214-2.223, 2004 (Supl. 3).

IBGE. Censo agropecuário. 2015. Disponível em https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/forum_questionario_censoagro2015/2_Forum_Censo_Agropecuario_2015.pdf acesso em 17 de julho de 2018.

JASTER, E.H. **Legume and grass silage preservation**. In: MOORE, K. J., KRAL, D. M., VINEY, M. K. (eds). Post-harvest physiology and preservation of forages. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, p. 91-115, 1995.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, v. 11, n.132, p. 50-57, 1985.

LAVEZZO, O. E. N. M. Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos. abacaxi, banana, caju, uva e maçã. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS 6, Piracicaba-SP. **Anais...**, Piracicaba, Fealq, SD. p. 7-46.1988

LIMA, G.F.C.; MACIEL, F. C. Conservação de forrageiras nativas e introduzidas. In: ABZ; UFRPE. (Org.). In: XVI Congresso Brasileiro de Zootecnia. Anais... Recife-PE:ABZ, v. 16, p. 1-28. 2006.

_____. Fenação e ensilagem: Estratégias de armazenamento de forragens no Nordeste Brasileiro. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6, 1996, Natal. **Anais...**, Natal: Emparn, 1996. p. 3-32.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p.1.155-1.161, 2007 (supl.).

LOPEZ, S. E.; MUHLBACH, P. R. F. Efeito de diferentes tratamentos no valor nutritivo da aveia branca (*Avena sativa* L.) conservada na forma de silagem ou feno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 519-526, 1994.

MACDONALD, A. D.; CLARK, E. A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advanços Agronomic***,* New York, v. 41, p. 407- 437, 1987.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe Publications, 1991.

MICKENHAGEN, R. Produção de feno ao nível do produtor. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...**, Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1996. p.69-75.

MINOCHA, J. L. **Pearl millet cytogenics**. In: GUPTA, P. K.; TSUCHIVA. Chromossome engineering in plants genetics. Amsterdan: Elsevier, 1991. p.599-611.

MINSON, D. J. **Forage in ruminat nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; VILELA, D. et al. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, p. 137-146, 2004.

MOSER, L. E. **Post-harvest physiological changes in forage plants**. In: MOORE, K. J.; KRAL, D.M.; VINEY, M.K. (eds). Post-harvest physiology and preservation of forages. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. 1995. p.1-19.

MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal Dairy Science**, v. 71, n. 11, p. 2.992-3.002, 1988.

NEIVA, J. N. M.; VOLTOLINI, T. V. **Produção e conservação de volumosos para reserva estratégica**. In: NEIVA, A. C.; NEIVA, J. N. (Orgs.). Do campus para o campo: tecnologias para a produção de leite. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., p. 87-111. 2006.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 293-301, 2002.

NOVAES, L. P.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. **Silagens**: oportunidades e pontos críticos. Comunicado técnico, 43. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2004.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P. **Silagem de milho**. In: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR DO VII SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS/ **Anais...**, Piracicaba: Fealq: 1999. 27-46p.

OLIVEIRA, J. B.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O.; CRUZ, J. F.; SILVA, F. F. Subprodutos industriais na ensilagem de capim-elefante para cabras leiteiras: consumo, digestibilidade de nutrientes e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 411-418, 2010.

Orçamento forrageiro. Acesso em 17 07 2018. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=br.embrapa.orcamento_forrageiro&showAllReviews=true

PAZ, L. G.; MATOS, M. M. V. L.; AGUIAR, E. M.; GUILHERME, F. C. Fenação: aspectos técnicos da produção. **Ciência Veterinária Tropical**, Recife, v. 3, n.1, p. 1-16, 2000.

PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Efeito de diferentes volumosos conservados na forma de silagem sobre a ingestão de alimentos e produção de leite de vacas em lactação. **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, v. 24, n.1, p.103-112, 2003.

PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIZUBUTI, I. Y. et al. Efeito de diferentes volumosos conservados na forma de silagem sobre a ingestão de alimentos e produção de leite de vacas em lactação**. Semina**: Ciências Agrárias, v. 24, p. 103-112, 2003.

PEREIRA, J. R. A.; REIS, R. A. **Produção e utilização de forragem pré-secada**. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA. **Anais...**, Lavras: Editora Ufla, p. 311-338, 2001.

PEREIRA, O. G. Produção e utilização de feno. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...**, Viçosa: Associação Mineira dos Estudantes de Zootecnia, 1998. p. 63-92.

PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, A. S.; RIBEIRO, K. G. Strategies to enable the use of legume silage in ruminant production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1.ed., Piracicaba, 2009. **Anais…**, Piracicaba: Fealq, 2009.

PEREIRA NETO, M; MACIEL, F. C.; VASCONCELOS, R. M. J. **Produção e uso de silagens**. Sistemas de produção, 2. Natal: Emparn, 2009.

PFISTER, J. A.; MALECHECK, J. C. Voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semiarid tropics of Northeastern Brazil. **Journal of Animal Science**. v. 63, n. 4, p. 1078–1086, 1986.

POSSENTI, R. A.; FERRARI JR., E.; BUENO, M. S. et al. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p.1.185-1.189, 2005.

POMPEU, R. C.; NEIVA, J. N.; CANDIDO, M. J. et al. Valor nutritivo de silagens de capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de subprodutos do processamento de frutas tropicais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, p. 320-328, 2005.

PORRAS,F.J.Z. **Conservação do resíduo de manga (Mangifera indica) e seu aproveitamento na ensilagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*.Schum)**. 49p. Dissertação (Mestrado). Viçosa: UFV, 1989.

RANGRAB, L. H.; MUHLBACH, P. R. F.; BERTO, J. L. Silagem de alfafa colhida no início do florescimento e submetida ao emurchecimento e a ação de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 349-356, 2000.

RAYMOND, F., SHEPPERSON, G., WALTHAM, R. **Forage conservation and feeding**. Farming Press Limited. Wharfedale Road Ipswich, Sulfolk. 3.ed., 1991.

REIS, R. A. Processamento e Conservação de Fenos. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*, 1996, Juiz de Fora. **Anais**... Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1996, p.57-68.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...**, Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001.

RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009.

ROCHA JÚNIOR, V.R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem: I. características agronômicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, p. 506-511, 2000.

RODRIGUES, P. H. M.; BORGATTI, L. M. O.; GOMES, R. W. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p.1.138-1.145, 2005.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. **Change in forage quality during harnest and storage**. In: FORAGES: quality, evaluation, and utilization. Madison: ASA/CSSA, 1994. p.828-868.

SANTOS, R.V.; EVANGELISTA, A. R.; PINTO, J. C. et al. Composição química da cana-de-açúcar (saccharum spp.) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciências Agrotécnica**, v. 30, n. 6, p.1.184-1.189, 2006.

SOUZA, A. L.; BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. et al. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 828-833, 2003.

SOUZA, L. S. **Fenação**. UFV, Viçosa, 2000.

TEIXEIRA, F. A.; VELOSO, C. M.;PIRES, A. V.; SILVA, F. F..; NASCIMENTO, P. V. Perdas na ensilagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n.1, p. 227-233, 2008.

TELES, M. M.; NEIVA, J. N.; REGO, A. C.; CANDIDO, M. J.; CARNEIRO, M. S.; **LÔBO,** R. N. Chemical and bromatological characteristics of elephant grass silages containing a mango byproduct. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 81- 87, 2010.

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A.; GONÇALVES, L. et al. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 6, p. 756-762, 2003.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais para bovinos no brasil. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa, 2, Viçosa. **Anais...**, Viçosa: UFV, DZO, 2001.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994.

VASCONCELOS, W.A.; SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 4, p. 874-884, 2009.

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R.; GENRO, T. C. M. et al. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após "desensilagem". **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 916-923, 2006.

VILELA, D.; WILKINSON, J. M. Efeito do emurchecimento **e da adição de ur**eia sobre a fermentação e digestibilidade *in vitro* do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) ensilado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 16, n. 6, p. 550-562, 1987.

VILELA, H. **Feno e fenação**. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo
/artigos/artigos_feno_fenacao.htm>, s/d. Acesso em: 15 mar.2008.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D. J. et al. Perdas por gases, efluentes, recuperação da matéria seca de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) com adição de farelo de trigo. In: REUNIÃO ANUAL DO CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 10, 2005, Cuiabá. **Anais...**, Cuiabá: UFMS, 2005, 3p. (CD ROM).

ZANINE, A. M.; DINIZ, D. Qualidade, conservação, método de cura, relação folha:colmo e consumo de feno de gramíneas tropicais. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.7, n.10, 2006.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.;FERREIRA, D. J.; FARIA, D. J. G.;MACEDO JÚNIOR, G. L.; ALMEIDA, J.C.; PEREIRA, O. G. Avaliação do valor nutricional da silagem de capim-tanzânia com cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DO CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 11, 2006, Recife. **Anais**..., Recife: UFRPE, 5p. CD ROM.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M; FERREIRA, L. D. J.; PINTO, L. F. B.; PEREIRA, O. G. Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-elefante com ou sem *Lactobacillus plantarum* e farelo de trigo isoladamente ou em combinação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 621-628, out./dez. 2007.

Capítulo 6

Viabilidades técnica e econômica do uso de sorgo granífero na alimentação de suínos

Alberto Neves Costa
Terezinha Domiciano Dantas Martins
Faviano Ricelli Costa e Moreira
José Humberto Vilar da Silva
Henrique Rocha de Medeiros

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pela suinocultura no Nordeste tem sido a pouca disponibilidade de milho para atender a demanda na formulação de rações, o que contribui decisivamente para elevar os custos desta cadeia produtiva. Tal situação afeta, negativamente, a produção sustentável de suínos em nível regional. Em decorrência deste fato, torna-se indispensável adotar estratégias para o uso de alimentos alternativos no preparo de rações, a exemplo do sorgo granífero, de forma a garantir a manutenção desses criatórios nas regiões onde ocorra escassez de milho, reduzindo a demanda regional, porém com a garantia de índices de produtividade e econômicos satisfatórios.

O sorgo situa-se entre os cereais mais importantes do mundo, sendo o seu cultivo recomendado para regiões de baixa pluviometria, uma vez que

é muito resistente aos climas secos, a exemplo das condições que predominam no semiárido nordestino. No caso da alimentação animal, recomenda-se o uso do sorgo granífero de baixo teor de tanino. Este tipo de sorgo representa o segundo cereal mais importante na alimentação de suínos, uma vez que atinge um valor biológico equivalente a 95% daquele obtido com o milho, porém com um custo de produção significativamente menor. Além disto, também foi observado que tais cultivares podem substituir o milho nas dietas de suínos, em níveis de até 100%, sem que haja comprometimento do desempenho dos animais nas fases de recria e engorda.

Neste contexto, a nutrição se apresenta como uma das inúmeras variáveis capazes de interferir de maneira significativa no potencial reprodutivo e produtivo de matrizes e varrões, bem como de suínos nas fases de crescimento e engorda, o que implica na elaboração de dietas bem balanceadas para as várias etapas de produção. Entre os especialistas existe consenso de que matrizes suínas gestantes e lactantes precisam manter um padrão adequado de consumo alimentar voluntário que atendam tanto as suas necessidades fisiológicas e metabólicas, garantindo, assim, taxas de ovulação e fertilização adequadas, quanto à sobrevivência e o desenvolvimento pré-natal dos conceptos e pós-natal dos leitões, com uma boa produção de leite e manutenção das reservas corporais. Por outro lado, o fornecimento de dietas que atendam às exigências nutricionais de machos de reposição e/ou que estejam em serviço busca garantir uma excelente precocidade, bem como, ótimo desenvolvimento corporal, libido acentuada e produção de sêmen de boa qualidade.

2 FATORES FISIOLÓGICOS E DE MANEJO RELACIONADOS COM A REPRODUÇÃO DE SUÍNOS

Evidências encontradas na literatura demonstram que as interações fisiológicas, endócrinas e comportamentais observadas entre matrizes e varrões durante o cortejo e a cópula desempenham um papel relevante na eficiência do processo reprodutivo. Dessa forma, o uso de métodos eficazes de detecção precoce do estro e do momento da ovulação pode representar uma estratégia indispensável no manejo reprodutivo de plantéis de suínos. Isto pode significar um fator de controle e avaliação dos índices de fertilidade nas criações tecnificadas, em particular, naquelas que adotam inseminar suas matrizes, em que o intervalo de tempo entre o processo ovulatório e a

inseminação artificial pode influenciar na taxa de fertilização das matrizes e, por conseguinte, nos índices de produtividade do plantel.

2.1 Fisiologia Reprodutiva do Varrão

A regulação neuroendócrina do ciclo sexual exerce um papel relevante no controle do processo reprodutivo no varrão, uma vez que a espermatogênese é regulada por hormônios produzidos no eixo hipotalâmico (GnRH), hipofisário (FSH e LH), testicular (testosterona). A síntese e liberação de GnRH são reguladas por estímulos nervosos e hormonais que dependem de idade fisiológica, peso, nível nutricional, condição dos testículos, bem como da estação do ano e da temperatura ambiental, os quais também interferem nos níveis das gonadotrofinas produzidas pela hipófise (ROMERO; FALCETO, 2005). O estímulo provocado pelo FSH no testículo inicia a espermatogênese e contribui para desencadear a divisão e o desenvolvimento das células espermáticas nos túbulos seminíferos. Por sua vez, o LH estimula a produção de testosterona nas células de Leydig para garantir a produção de espermatozoides, cujo processo de formação dura entre 34 e 36 dias; contudo, a capacidade fecundante das células espermáticas só é adquirida após um período aproximado de maturação de 14 dias, fazendo com que o ciclo espermatogênico se complete em torno de 45 dias (FLOWERS, 1996; ROMERO; FALCETO, 2005). A produção diária de espermatozoides é constante por grama de parênquima testicular e, nesse sentido, os testículos de maior diâmetro apresentam uma tendência de maior produção de células espermáticas (VALENÇA et al., 2007).

A exibição de comportamento sexual no varrão está diretamente ligada à síntese de testosterona, com a ocorrência da monta propriamente dita, seguida de ereção e presença de espermatozoides nos túbulos seminíferos aos quatro meses de idade (ROMERO; FALCETO, 2005; VALENÇA et al., 2007). Aos 165 dias de idade os machos atingem a puberdade e os espermatozoides estão presentes no ejaculado; durante os 6-18 meses seguintes os testículos seguem aumentando de tamanho e fazendo com que a concentração espermática e o volume do ejaculado se elevem até atingir a fertilidade máxima aos 18 meses de idade (ROMERO; FALCETO, 2005). Sabe-se que muitos machos não conseguem uma ejaculação voluntária antes dos seis meses de idade devido à existência de uma série de fatores que interferem no seu desenvolvimento sexual, tais como nutrição, ambiência e genética (FLOWERS, 1996).

Pesquisas de longa duração com base na genética mostraram que selecionar varrões com testículos maiores, aos 150 dias de idade, produz descendentes que exibem esta característica e com uma maior produção espermática, fato este considerado estratégico por Levis (1997) quando os reprodutores são destinados à inseminação artificial (IA). Para estudar a capacidade de produção de sêmen de um varrão faz-se necessário colher de nove a quinze ejaculados para que se possa estabelecer uma correlação de 80% com a sua real capacidade de produção de sêmen (FERREIRA, 1995).

2.2 Fisiologia Reprodutiva da Matriz Suína

O ciclo estral na fêmea suína dura aproximadamente 21 dias (variando entre 19 e 23 dias), sob a regulação do eixo hipotalâmico (GnRH), hipofisário (FSH e LH), ovariano (estradiol), envolvendo uma fase luteínica longa (16 a 17 dias) e uma fase folicular curta (3 a 6 dias). Existem evidências de que o FSH sozinho não é capaz de estimular o crescimento de grandes folículos ou mesmo a secreção de estradiol em leitoas (GUTHRIE, 2005). Nestas fêmeas, o aparecimento do primeiro estro seguido da ovulação dos folículos de Graaf e a da liberação dos oócitos indicam o momento da puberdade (ANDERSON, 1993).

Foi observado que um aumento significativo dos folículos recrutados para a ovulação parece ocorrer entre o 14º e 17º dia do ciclo estral (MADEJ et al., 2009), sendo que os folículos selecionados se tornam ligeiramente maiores (7 a 8 mm) antes da ovulação (SOEDE et al., 1998). Após este recrutamento, ocorrem vários processos fisiológicos e endócrinos (crescimento, interação e atresia folicular) que originam uma população de folículos apta a ovular durante o estro.

No pró-estro ocorrem mudanças graduais na conduta – inquietação, montas em outras fêmeas e lordose, bem como na vulva da fêmea – inchaço e vermelhidão e, eventualmente, descarga de muco (ANDERSON, 1993). O período de receptividade sexual ocorre durante o estro, cuja duração varia entre as porcas de 24 até 96 horas e não está relacionada às concentrações sistêmicas de estrógenos; por sua vez, o momento da ovulação varia de 10 a 85 horas após o início do estro (SOEDE; KEMP, 1997), confirmando trabalho ultrassonográfico conduzido por Weitze et al. (1994), os quais observaram que cerca de 80% das porcas iniciaram o estro dentro de 3 a 5 dias após o desmame e que mais de 77% dessas matrizes ovularam no mesmo período.

No início dos sintomas de estro, a onda pré-ovulatória de LH atinge um nível máximo e a deposição do sêmen e o transporte espermático ao longo do útero até as trompas ocorre sob a influência dos estrógenos (FOXCROFT et al., 1994). Durante o ciclo estral da porca acontece um crescimento contínuo de folículos sem o aparecimento de dominância ou de ondas foliculares; acredita-se que a diminuição dos níveis de FSH durante a fase folicular seja acompanhada pela seleção de folículos ovulatórios e mudanças na dependência do FSH pelo LH, sendo que a desmama dos leitões resulta na secreção aumentada desta gonadotrofina, caracterizada pelo surgimento de um pulso de alta frequência e de baixa amplitude. A redução no efeito inibitório da amamentação e/ou lactação pode estimular mudanças hormonais que levam ao crescimento de folículos (MADEJ et al., 2009). Foi constatado que um aumento no intervalo desmame-estro (entre 3 e 6 dias) está relacionado a um decréscimo na duração do estro, sendo que um estro mais curto pode resultar na diminuição do intervalo entre o início do estro e a ovulação (WEITZE et al., 1994). No intervalo de tempo entre o estímulo ovulatório e a expulsão dos oócitos, os folículos maduros sofrem mudanças em sua estrutura que incluem hiperemia e hipertrofia das células da teca e graças à ação de enzimas proteolíticas ocorre o rompimento da parede do folículo; estas células sofrem um processo de luteinização para que haja a formação de corpos lúteos, os quais atingem um peso máximo no 8º dia após a fertilização e se mantém até o final da gestação (ANDERSON, 1993), condição essencial para que os níveis de progesterona se mantenham elevados e garantam a sobrevivência dos conceptos desde o estágio inicial de desenvolvimento embrionário.

2.3 Estratégias de Manejo Reprodutivo em Suínos

Resultados de inúmeras investigações têm mostrado que o contato do varrão com a fêmea afeta significativamente o seu comportamento reprodutivo e, como decorrência, a sua prolificidade. Segundo Kemp et al. (2005), os machos podem ser usados durante diferentes fases da vida reprodutiva da matriz, como por exemplo após a desmama (para estimular o início do crescimento folicular e a ovulação), na detecção do estro (para confirmação do estro e previsão da ovulação) e durante a inseminação (para otimizar o processo de fertilização). Estes autores ainda destacaram que a exposição repetida de leitoas pré-púberes a um varrão maduro reduz a idade para

atingir a puberdade e em porcas multíparas resulta em intervalos desmame--estro mais curtos.

O cortejo feito pelo varrão, antes e durante a monta e/ou inseminação artificial (massagear e cheirar os flancos ou a genitália externa da fêmea e executar tentativas de monta) influencia no processo de capacitação e transporte espermático, bem como na ovulação, fertilização e desenvolvimento embrionário inicial (COSTA; KOTZIAS-BANDEIRA, 1998). Isto se deve ao efeito macho que é representado por uma combinação de estímulos visuais, tácteis, auditivos e olfatórios, sendo estes últimos considerados primários para estimular a fêmea a exibir o estro e aumentar a atividade uterina, uma vez que será exposta aos feromônios (5α-androstenona e 3α-androstenol) liberados durante a excitação sexual do varrão (MACHADO, 2003; GERRITSEN et al., 2005). A presença do varrão próximo ao estro induz a liberação central de ocitocina na porca, contribuindo para aumentar a atividade miometrial (o aumento na frequência e na amplitude das contrações atinge um nível máximo); em adição, os estrógenos presentes no ejaculado desencadeiam a liberação de prostaglandinas pelo endométrio e elevam a motilidade uterina (LANGENDIJK et al., 2005), auxiliando no transporte do sêmen na genitália da fêmea e antecipando o momento da ovulação (ROMERO; FALCETO, 2005). Quanto maior for o nível de estimulação provocado pelo varrão, mais intenso será o aumento das contrações uterinas, uma vez que a ocitocina e as prostaglandinas são agonistas da atividade do miométrio (LANGENDIJK et al., 2005).

A combinação de estímulos artificiais utilizada como estratégia no manejo reprodutivo não substitui o efeito macho, conforme foi comprovado em estudo de Gerritsen et al. (2005), exercendo pressão dorsal em porcas para observar o reflexo de tolerância à monta: 1) na presença de varrão adulto (2 anos de idade) 100% responderam ao estímulo; 2) após estímulo auditivo 75% foram estimuladas; 3) após combinação de estímulos olfatório e auditivo e 4) na presença do robô de um varrão (durante cinco minutos), sem estímulo, respectivamente, 88% das porcas reagiram positivamente à estimulação. Todavia, a eficiência do efeito macho depende de alguns fatores, tais como: idade e grau de libido, frequência e duração da exposição e do grau de contato físico permitido entre varrões e matrizes, uma vez que os estímulos tácteis, visuais, olfatórios e auditivos do macho desencadeiam o reflexo de tolerância à monta na fêmea (COSTA; KOTZIAS-BANDEIRA, 1998).

Por esta razão, é fundamental dispensar cuidados especiais ao manejo dos varrões, pois, foi observado que o isolamento na fase pré-pubere, a deficiência nutricional crônica e a exposição a altas temperaturas ambientais reduzem a sua libido e ou seu comportamento copulatório (FLOWERS, 1997). No entanto, o estímulo positivo desencadeado pelo varrão na expressão do estro na fêmea pode ficar comprometido por problemas sanitários, deficiências nutricionais e condições inadequadas de alojamento das matrizes, considerando que a realização da cobertura ou da IA depende diretamente da sua receptividade sexual ao serviço.

2.4 Eficiência Reprodutiva de Matrizes Suínas

A avaliação da eficiência reprodutiva em um plantel de matrizes é feita com base no número de leitões desmamados/fêmea/ano, parâmetro este que está condicionado aos seguintes fatores: número de leitegadas desmamadas/fêmea/ano, expresso pelos dias não produtivos e duração da lactação e o número de leitões desmamados/leitegada, expresso pelo total de leitões nascidos por leitegada, porcentagem de leitões natimortos por leitegada e mortalidade pré-desmama (CORRÊA et al., 2001). Sob esta ótica, o desempenho reprodutivo das matrizes pode sofrer a influência negativa de diversos fatores, com destaque para os nutricionais, genéticos, infecciosos e de manejo, os quais são muito frequentes nos sistemas de produção de suínos em confinamento.

Tendo em vista que as leitoas de genética moderna são mais magras e apresentam alta produtividade e demanda nutricional já no primeiro parto, recomenda-se que a primeira cobertura e ou IA atenda aos seguintes parâmetros: idade em torno de 220 a 230 dias, peso vivo de 135 a 145 kg, espessura de toucinho de 17 a 18 mm no ponto P2 e manifestando o 3º estro, contudo algumas vezes elas já atingiram o 4º estro em face da antecipação da puberdade (MACHADO, 2003). Esta recomendação foi compartilhada por Kummer et al. (2005) quando apontaram que a primeira cobertura varia de acordo com as características genéticas, com destaque para idade, peso, estro e espessura de toucinho. Neste sentido, os autores enfatizaram as recomendações feitas para leitoas Camborough 22, produzidas pela Agroceres PIC, sejam cobertas no 3º ou 4º estro, com idade mínima de 210 dias, com peso de 130 kg e espessura de toucinho de18 mm no ponto P2. Adicionalmente, eles ainda sugeriram um peso corporal mínimo de 175 a 180 kg no 1º parto, com vistas a se evitar uma perda de peso excessiva na

lactação das fêmeas primíparas, o que ocasionaria uma redução no desempenho reprodutivo na parição posterior.

O momento de se proceder à cobertura ou IA da fêmea representa o fator individual de maior importância para que se alcancem ótimas taxas de fertilidade nas granjas tecnificadas. Todavia, um problema sério para que se insemine com êxito uma matriz é a dificuldade em se precisar o início dos sintomas do estro, reduzindo, assim, as chances de que a IA ocorra próximo ao momento da ovulação (COSTA; KOTZIAS-BANDEIRA, 1998). As inseminações pós-ovulatórias devem levar em conta tanto a idade dos óvulos quanto as deficiências no transporte dos espermatozoides para o local de fertilização, durante os estágios finais do estro (revisado por WABERSKI; WEITZE, 1996). Além disto, o uso de doses de sêmen de baixa qualidade pode diminuir a capacidade fecundante da população espermática *in vivo*, fazendo com que o seu tempo de viabilidade na genitália da fêmea seja diminuído; como consequência disto, pode ocorrer falhas na fecundação, elevando a taxa de retornos regulares ao estro e reduzindo o tamanho da leitegada e a taxa de partos do plantel (BORTOLOZZO; WENTZ, 1998).

Na opinião de Geisert e Schmitt (2002), a principal limitação para se aumentar o tamanho da leitegada na matriz suína está relacionada à perda embrionária que ocorre durante a segunda e a terceira semanas de gestação. Considerando que as taxas de fertilização são geralmente altas em suínos, a mortalidade embrionária precoce durante os primeiros 20 dias de gestação é considerada um efeito crítico no tamanho potencial da leitegada. A fertilização dos óvulos é geralmente maior do que 95%, contudo, a perda potencial de leitões decorre, predominantemente, do somatório das perdas embrionárias (dia 10 a 30) e fetais (dia 31 a 70) durante a gestação da matriz. As perdas pré-natais representam 30 a 40% do número de ovulações e podem ser divididas em falhas na fecundação e mortalidade embrionária e fetal, sendo que estas taxas de mortalidade podem variar de 20 a 30% e de 5 a 15%, respectivamente (revisado por BORGES et al., 2008). Foi estabelecido que três eventos se mostram críticos para a sobrevivência precoce do embrião suíno: alongamento rápido do trofoblasto, síntese de estrógenos pelo concepto e placentação, sendo a placentação evento indispensável para a síntese de secreções uterinas. A expansão precoce do trofoblasto visa regular e limitar o tamanho final de cada superfície placentária do embrião durante a gestação (GEISERT; SCHMITT, 2002). Devem ser considerados também fatores pós-nascimento que interferem no tamanho da leitegada, visto que o baixo peso ao nascer (menos de 1200g) e a ordem de nasci-

mento (acima do 10º leitão) contribuem para o aumento dos natimortos (BORGES et al., 2008).

2.5 Influência da Nutrição sobre o Desempenho Reprodutivo de Suínos

Alguns estudos já demonstraram que existe uma forte interação entre nutrição, estado metabólico e função reprodutiva na espécie suína. Isto significa que tal funcionalidade na fêmea está na dependência direta de um aporte adequado de nutrientes (proteína, energia, minerais etc.) afim de que o eixo hipotalâmico – hipofisário – gonadal sintetize e libere níveis adequados de gonadotrofinas e esteroides para que ocorra o recrutamento e desenvolvimento de folículos, seguido de ovulação (COSTA, 2000). Seguindo a mesma lógica, o atendimento das exigências nutricionais dos varrões vai promover a liberação de hormônios gonadotróficos e testiculares com a finalidade de incrementar o desenvolvimento dos testículos, aumento da produção e reserva espermática e melhoria na qualidade dos ejaculados (VALENÇA et al., 2007).

2.5.1 No Controle Endócrino, Sobrevivência Embrionária e Viabilidade dos Leitões

A nutrição pode influenciar a reprodução nos três níveis do eixo hipotalâmico – hipofisário – gonadal, através de rotas neuroendócrinas e/ou variação na depuração metabólica dos hormônios reprodutivos. Sob esta premissa, a subnutrição impede o pulso gerador de GnRH, enquanto a realimentação restaura a síntese de LH. Também a nutrição influencia o crescimento e a maturação folicular, sendo que a percentagem de pequenos (1 a 3 mm) folículos saudáveis e a taxa de ovulação diminuem quando as fêmeas estão sob efeito de restrição alimentar (PRUNIER; QUESNEL, 2000a). Em casos de restrição severa e prolongada do fornecimento de ração, os ciclos estrais podem ser interrompidos em leitoas cíclicas, sendo que em condições menos drásticas a ovulação pode ser retardada à puberdade e após o desmame. Sob condições de granja, suspeita-se que o apetite inadequado pode ter efeitos negativos na idade à puberdade e no intervalo desmame-estro (PRUNIER et al., 2000b).

O relacionamento entre maturação folicular, tempo de ovulação e diversidade subsequente dos estágios iniciais do embrião leva a alterações fun-

cionais importantes no desenvolvimento embrionário durante o seu estágio de transição mais crucial. Portanto, caso a nutrição afete a competência inicial do embrião para desenvolver-se, ou a variação no desenvolvimento embrionário dentro da leitegada, tal fato vai comprometer a habilidade dos embriões maturarem de forma apropriada neste estágio de transição e, assim, sobreviver ao processo de implantação. Em sincronia com estes eventos, o útero sofre mudanças morfológicas para preparar o endométrio para a implantação e prover um suporte essencial ao blastocisto em desenvolvimento (COSTA, 2000).

Na fase embrionária, as necessidades nutricionais dos conceptos são atendidas a partir de secreções tubáricas e endometriais sob a forma de leite uterino ou histótrofo. O transporte de nutrientes inclui a presença de proteínas específicas secretadas de forma predominante pelo endométrio, em resposta à secreção de progesterona e na presença de estrógenos embrionários (MARTINS et al., 2002). A reação tecidual, juntamente com o sangue materno e as secreções uterinas constituem-se em uma fonte de glicogênio e lipídios para o desenvolvimento inicial dos embriões (MARTINS et al., 2002). Existem evidências de que os níveis reduzidos de progesterona em fêmeas suínas, no terço inicial da gestação, podem mediar os efeitos negativos dos altos planos de nutrição sobre a sobrevivência dos embriões (JINDALLL et al., 1997).

As perdas embrionárias em matrizes suínas giram em torno de 25 a 40% no período situado entre a fecundação e o desenvolvimento embrionário inicial, sendo especialmente críticas nas fêmeas primíparas, que já enfrentam grandes dificuldades de adaptações fisiológicas e imunológicas (MARTINS et al., 2002). Durante esta fase, a nutrição é capaz de influenciar os processos de fertilização, clivagem e implantação dos blastocistos, seja afetando diretamente os tecidos reprodutivos, ou através de mudanças nas secreções e na motilidade do oviduto e/ou mediante regulação hormonal (HAN et al., 2000).

O fornecimento de uma alimentação adequada na gestação vai determinar o tamanho e a viabilidade subsequente dos leitões ao nascer e a quantidade de tecido mamário ao parto e, consequentemente, a produção potencial de leite durante a lactação. Uma fêmea bem alimentada encontra-se em processo anabólico durante o terço médio da gestação, resultando em deposição de gordura e proteína nos tecidos materno-fetais (COSTA, 2000). Dependendo do nível de suprimento energético e de outros nutrientes, a matriz pode ter que mobilizar reservas corporais durante o terço final

da gestação, resultando em um estado de catabolismo em uma fase onde ocorre um crescimento rápido e exponencial dos fetos (EINARSSON; ROJKITTIKHUN, 1993).

A energia necessária para o desenvolvimento dos tecidos uterinos depende do estágio de lactação e do tamanho da leitegada. O aporte energético é usado pela placenta e pelos fluídos nas primeiras semanas de gestação; na fase final do período gestacional a energia destina-se ao crescimento fetal (NOBLET et al., 1997). Existe uma tendência de aumento no peso vivo dos leitões ao nascer com o incremento dos níveis energéticos durante a gestação, porém esta resposta pode estar associada ao período de utilização das dietas, a condição corporal da matriz e a ordem de parto (MARTINS et al., 2002).

2.5.2 Na Condição Corporal e Produção de Leite

A avaliação da condição corporal de matrizes suínas, em criações tecnificadas, tornou-se uma ferramenta indispensável por conta da pressão econômica com vistas a obter níveis elevados de produção. Neste sentido, além de representar um pré-requisito para atingir uma produtividade adequada, também contribui para melhorar o bem-estar desses animais. Contudo, não é fácil manter esta condição corporal, especialmente em plantéis de alta produção, onde o estado metabólico das fêmeas é frágil e sujeito a problemas clínicos, caso os requerimentos nutricionais não sejam atendidos.

Em muitas criações de suínos a condição corporal é avaliada através de escore visual, usando uma escala que varia de 1 a 5, porém este procedimento apresenta algumas desvantagens (subjetividade e falta de acurácia). Por esta razão, a medida da espessura de toucinho (ET) dorsal constitui um método mais objetivo e preciso para se avaliar a condição corporal de porcas, como estudado por Maes et al. (2004). Estes autores, em estudo em três plantéis de matrizes híbridas (A = 400 (PIC), B = 300 (Dalland) e C = 250 (PIC) e lactação: 25, 25 e 21 dias, respectivamente), registraram que houve influência significativa de rebanho, estágio de produção e grupo de parição nos níveis de ET das matrizes ($P<0,01$). A variação na ET foi comparável entre fêmeas no 80º dia de gestação (27,4%) e no parto (26,6%), embora a variação tenha sido ligeiramente mais alta no desmame (30%). No geral, a ET entre o 80º dia de gestação e o parto foi significativamente influenciada pela porcentagem de leitões natimortos, rebanho e grupo de parição ($P<0,001$). Também houve uma associação negativa significante nos níveis

de ET no final da lactação, expressos pela mudança porcentual em mm de ET e o número de leitões desmamados por porca (P<0,001). A associação positiva entre o número de leitões desmamados por porca e a diminuição na ET durante a gestação mostrou que as perdas mais altas de ET foram observadas em porcas que desmamaram mais leitões. Foi evidenciado que as matrizes, especialmente as primíparas, que perdem peso excessivo, serão novamente acasaladas em períodos mais longos, com reduzidas taxas de gestação e de sobrevivência embrionária (MAES et al., 2004).

Em investigação recente, Martins et al. (2008) trabalhando com 36 fêmeas Dalland, distribuídas de acordo coma ordem do parto (1ª, 2ª, 3ª e ≥ 4ª), avaliadas na equalização das leitegadas (48 horas pós-parto), no 7º e 14º dia de lactação e ao desmame (± 22,25 dias de lactação), para determinar os efeitos da ordem do parto e do estágio de lactação sobre o desempenho das matrizes híbridas, observaram uma interação entre os fatores para consumo alimentar, sendo que as primíparas apresentaram um menor consumo. As matrizes mostraram diferenças (P<0,05) no desempenho (peso corporal, ET, escore corporal visual e composição dos tecidos corporais) de acordo com a ordem do parto, mas sem efeito sobre o intervalo desmame-estro e a duração do estro. O estágio de lactação influenciou negativamente o peso e a proteína corporal estimada. Concluiu-se que as matrizes mantiveram desempenho satisfatório nas condições do estudo, sendo que as primíparas foram mais sensíveis ao ambiente quente.

Entre os fatores mais relevantes que influenciam o consumo de alimentos durante a lactação foram incluídos: genótipo, ordem do parto, período de lactação, tamanho da leitegada, temperatura ambiente, consumo de alimentos na gestação, condição corporal ao parto, sistema de alimentação e disponibilidade de água (KOKETSU et al., 1996).

O curto período de lactação adotado nas modernas criações de suínos é crítico para a sobrevivência e o crescimento dos leitões. As glândulas mamárias da porca sofrem um crescimento substancial durante a lactação, em especial, no início do processo lactacional, sendo tal crescimento mais afetado por tamanho de leitegada, consumo de alimentos e localização da glândula. Um fator primário que influencia o crescimento mamário pós-parto é a remoção de leite durante a amamentação, ou seja, a combinação entre a glândula estimulada e o leitão lactante forma uma unidade de crescimento interdependente (HURLEY, 2001). Na opinião do autor, a habilidade da glândula se desenvolver na gestação e na lactação pode ser prejudicada por diferenças na corrente sanguínea local, requerimento

de gordura e espaço subcutâneo na região abdominal e torácica; portanto, garantir o aumento de crescimento do leitão durante a lactação pode reduzir substancialmente o descarte ao desmame e ter um impacto positivo no desempenho pós-desmame.

Martins et al. (2007) avaliaram os efeitos de ordem do parto (OP) e estágio de lactação sobre produção e composição do leite de matrizes suínas híbridas mantidas em ambiente quente (±28,5º C). Foi observado que a OP influenciou ($P<0,05$) a estimativa de energia e a produção de leite, bem como o ganho em peso dos leitões entre matrizes de 1º e 3º partos, porém não houve influência na composição do leite. Registraram também que as matrizes modificaram a produção e composição do leite de acordo com o estágio de lactação, e que a produção de leite variou de acordo com a ordem do parto, sendo menor nas matrizes primíparas.

2.5.3 Na Conduta Sexual e Qualidade do Sêmen

O desempenho reprodutivo de varrões baseia-se na avaliação de três características principais: libido, produção de células espermáticas por unidade de tempo e capacidade fertilizante dos espermatozoides (VALENÇA et al., 2007).

A libido é uma característica em geral estimada através da contagem do número de saltos realizados pelo varrão sobre o manequim ou diretamente sobre uma fêmea em estro, onde se registra o êxito do procedimento num período de tempo pré-determinado, sendo registrado como positivo quando da obtenção do ejaculado durante o salto. A exteriorização da conduta sexual nos machos, com a ocorrência de monta seguida de ereção está condicionada a um aumento progressivo na produção de testosterona (VALENÇA et al., 2007).

Estudos relacionados com a interação entre plano nutricional e desempenho reprodutivo de varrões têm revelado a importância do fornecimento de dietas que atendam às exigências proteicas e energéticas nas várias do desenvolvimento corporal (pós-desmame, crescimento, puberdade e produção de sêmen). O uso de 14,47% de proteína bruta na dieta de varrões Yorkshire promoveu a exibição de boa libido e a manutenção de ejaculados de boa qualidade; contudo, foi demonstrado que as exigências proteicas podem aumentar caso a frequência de colheitas de sêmen seja ampliada (KEMP et al., 1988). Por sua vez, Valença (2004) trabalhando com reprodutores Dalland, na faixa etária dos 35 aos 210 dias de idade, verificou

que a magnitude de variação nos níveis proteicos nas diferentes fases de desenvolvimento não acarretou alterações no processo de espermatogênese, nem nas concentrações séricas de testosterona entre os 135 e 210 dias de idade dos animais. Quanto aos efeitos da energia nas dietas de varrões, Silva et al. (1998) encontraram um desenvolvimento testicular mais rápido em animais tratados com níveis de 3.575 a 3.700 kcal/kg em relação aqueles machos tratados com 3.200 a 3.450 kcal/kg de ração, o que indicou maturidade sexual mais precoce dos animais alimentados com níveis mais altos de energia.

3 USO DO SORGO GRANÍFERO COMO ALIMENTO ALTERNATIVO NA NUTRIÇÃO DE SUÍNOS

Em algumas regiões brasileiras, a disponibilidade de milho, principalmente na entressafra, é insuficiente para atender à demanda humana e animal. Isso contribui para uma elevação dos preços no mercado, com impacto negativo sobre a cadeia produtiva animal. Com vistas a minimizar essa situação, inúmeras investigações vêm sendo conduzidas com os alimentos alternativos disponíveis, tais como, milheto, mandioca e sorgo (MARQUES et al., 2007), com a finalidade de oferecer opções aos criadores, em particular, de suínos e aves.

O sorgo é considerado o quinto cereal mais importante do mundo em termos de área cultivada, sendo superado apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada (TABOSA et al., 1993). No Brasil, o sorgo se constitui no segundo cereal em importância para a alimentação de suínos. O seu cultivo é visto com interesse, pois é mais resistente ao estresse hídrico e menos exigente em fertilidade do solo do que o milho (LOPES, 2004).

O sorgo pertence à família das gramíneas e a espécie *Sorghum bicolor* Moench, cujo cultivo está destinado, preferencialmente, para a produção de grãos. Há também variedades de sorgo usadas na produção de massa verde para pastoreio, feno e silagem, bem como para a produção de álcool ou açúcar e a confecção de vassouras (TSUNECHIRO et al, 2002).

O sorgo chegou ao Brasil com os escravos, razão porque também é conhecido por milho d'Angola, mas o incremento como cultura de importância somente aconteceu na década de 70 do século XX, dado a versatilidade desse cereal quanto à sua adaptação aos diversos tipos de solos e climas,

bem como sua utilização na alimentação animal e humana (TABOSA et al., 1993). É uma cultura adaptada para o cultivo em regiões onde ocorrem frequentes períodos de estiagem, que limitam a produção de grãos e forragens. Em relação ao milho, o sorgo se destaca para cultivo no Nordeste brasileiro face sua maior adaptabilidade e produtividade sob as condições edafoclimáticas predominantes na Região, caracterizadas por distribuição irregular de chuvas e solos rasos e pobres, que são fatores limitantes para o cultivo do milho (POMPEU et al., 2005). Dentre os cultivares existentes, o IPA 731011 é considerado estável e amplamente adaptado às condições áridas e semiáridas (FERNANDES et al., 1992).

Como fonte energética, o sorgo é geralmente um pouco inferior ao milho. A energia digestível e metabolizável do sorgo para suínos é cerca de 6% menor que a do milho, porém, em média, o teor de proteína varia de 8 a 9%, sendo superior ao encontrado no milho. Entretanto, os níveis proteicos mais altos do sorgo não mantêm à mesma proporção de aminoácidos essenciais críticos à nutrição de suínos e aves. Esta variação na composição do sorgo é causada principalmente pelas condições climáticas e de solo onde é cultivado (ZARDO et al, 1999).O sorgo granífero, cujos grãos têm composição química similar à do milho, pode ser utilizado como complemento deste na formulação de rações para aves, bovinos e suínos (TSUNECHIRO et al., 2002). Esta semelhança nutricional com o milho vai depender da variedade de sorgo granífero a ser considerada, ou seja, de baixo ou alto teor de tanino, os quais possuem valores nutricionais de aproximadamente 95% em relação ao milho (COUSINS et al., 1981). Os taninos são definidos como compostos fenólicos de alto peso molecular que contêm grupos fenólicos com hidroxilas e outros grupos conjugados (os carboxílicos), os quais formam complexos com proteínas e outras macromoléculas (REED, 1995 apud ARAÚJO, 2007).

Ao se comparar a composição química do sorgo de baixo e de alto teor de tanino, observa-se que este último possui valores menores de energia metabolizável e digestível em relação ao sorgo de baixo tanino. Isto pode ser explicado pela influência negativa do tanino sobre o processo digestivo dos animais (MAGALHÃES et al., 2003), que reduz as quantidades de nutrientes disponíveis para absorção, aumentando, assim, as perdas de minerais, vitaminas, lipídios e, principalmente, de aminoácidos nas fezes, além de inibir a atividade de várias enzimas digestivas, o que pode provocar erosões nas células epiteliais (ARAÚJO, 2007). Além disso, as variedades

com alto teor de tanino possuem 90 a 95% dos teores nutricionais das variedades de baixo teor de tanino (COUSINS et al., 1981).

Em trabalho conduzido por Erlich (1999) com diversas variedades de sorgo granífero e com milho, para avaliar o desempenho de animais na fase de terminação, foi observado que o ganho de peso diário e a conversão alimentar foram similares entre os animais alimentados com sorgo de baixo tanino ou milho. Corroborando tais achados, Shelton et al. (2004) e Fialho et al. (2002) não encontraram diferenças no desempenho de animais na terminação e na creche, respectivamente, quando comparados com aqueles animais arraçoados com dietas à base de milho.

3.1 Principais Resultados do Uso do Sorgo Granífero na Alimentação de Suínos

Tendo por meta contribuir para a expansão da cadeia produtiva de suínos no Rio Grande do Norte, com reflexos no Nordeste, a proposta da presente pesquisa foi avaliar a inclusão de dois níveis de sorgo de baixo teor de tanino na alimentação de reprodutores e de animais de abate, com base em índices de produtividade e econômicos competitivos e sustentáveis, tendo em vista a pouca disponibilidade e os custos do milho para uso na alimentação animal, principalmente no período de entressafra.

Os experimentos foram conduzidos em três fases consecutivas, em uma base de pesquisa implantada na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no *campus* da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), no município de Macaíba, no período de julho de 2007 a agosto de 2009.

Em todas as fases, os animais foram distribuídos em três grupos experimentais de acordo com a composição das dietas: TR1- 100% de milho; TR2 - inclusão de 25% e TR3 - inclusão de 50% de sorgo granífero. As rações experimentais foram iso-nutricionais e elaboradas de acordo com Rostagno et al. (2005). O sorgo utilizado na formulação das dietas foi o cultivar IPA 7301011. As análises da composição bromatológica de amostras do cultivar de sorgo e de milho foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFRN (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição bromatológica do cultivar de sorgo IPA 7301011 e do milho

Parâmetros	Composição (%)	
	Sorgo	Milho
Umidade	13,5	11,9
Matéria Seca	88,5	88,1
Matéria Mineral (cinzas)	1,28	1,08
Matéria Orgânica	98,72	98,92
Proteína Bruta	10,26	9,79
Extrato Etéreo (gordura)	4,59	5,37
Fibra em detergente neutro (FDN)	17,45	16,06
Fibra em detergente ácido (FDA)	7,89	4,44
Hemicelulose	9,56	11,62
Carboidratos Totais	83,87	83,76
Carboidratos Não Fibrosos (açucares e amidos)	66,42	67,70
Tanino no grão (in TABOSA et al.,1993)	0,13	-

Fonte: elaborada pelos autores.

A espessura do toucinho foi determinada através de ultrassom, indicador digital de gordura dorsal (modelo MTU-100, Microem Produtos Médicos Ltda., SP), na altura do ponto P2, entre a penúltima e a última costela, aproximadamente a 6,5 cm da linha média, nos lados direito e esquerdo, para o cálculo da média aritmética dos valores.

Os dados foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, sendo utilizado o teste de Tukey para comparação das médias (95%).

3.2 Fase I – Uso do Sorgo Granífero na Alimentação de Matrizes Suínas

Nesta fase, foram utilizadas 25 leitoas híbridas Camborough F2, a partir dos 60 kg de peso vivo. As matrizes foram avaliadas nas fases de recria, puberdade, cobertura, gestação, parto, lactação e desmame, tendo sido distribuídas, aleatoriamente, em três grupos experimentais: TR1 (n = 8), TR2 (n = 10) e TR3 (n = 7).

As fêmeas foram alojadas aos pares nas baias experimentais até os 100 dias de gestação. Durante a fase de recria de reprodução, as leitoas foram pesadas quinzenalmente. O diagnóstico do estro foi realizado com auxílio

de um varrão adulto, duas vezes ao dia, por cerca de 10 minutos, para estimular o aparecimento dos sintomas do estro: micção frequente, edemaciação e hiperemia vulvar e tentativas de monta entre as fêmeas, bem como o aparecimento do reflexo de tolerância à monta (SILVEIRA et al., 1998). O início da estimulação das leitoas ocorreu aos 150 dias de idade. Quando da confirmação do estro fértil, as fêmeas foram cobertas e pesadas. Ao longo desta fase, cada fêmea recebeu em média 3,0 kg de ração/dia, divididos em dois arraçoamentos (manhã e tarde).

Durante a gestação, o peso vivo (PV) e a espessura do toucinho (ET) das fêmeas foram determinados à cobertura e aos 30, 60, 90 e 110 dias de gestação. No 8º, 16º e 25º dias de lactação (desmame) foram efetuadas pesagens, mensurações da ET e colheitas de amostras de leite para análise bioquímica (acidez, gordura, lactose, extrato seco total e desengordurado, umidade, proteínas e cinzas). As leitegadas foram pesadas no mesmo intervalo de tempo. No estro pós-desmame (RE) determinou-se o intervalo estro-cobertura (dias), PV e ET. Para a colheita manual do leite em um *pool* de tetas foi administrado 10 UI de ocitocina IM. O leite colhido foi acondicionado em recipiente estéril e armazenado a -5ºC para posterior análise. Os teores de extrato seco, proteína e cinzas foram determinados de acordo com o AOAC (1998). O conteúdo de gordura foi obtido através da adaptação do método de Gerber e a análise da lactose através da técnica de redução de Fehling (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

No período de gestação cada fêmea recebeu em média 2,0 kg de ração, em dois arraçoamentos diários (manhã e tarde). Durante a lactação e no pós-desmame as fêmeas foram alimentadas à vontade, com um consumo médio de 4,5 kg/dia.

3.2.1 Principais Resultados

Na Tabela 2 encontram-se os dados de peso e idade à puberdade de acordo com os tratamentos, os quais não revelaram diferenças estatísticas significativas (COSTA et al., 2008). Embora considerando que as leitoas do TR1 apresentaram uma ligeira tendência a serem mais pesadas em idade mais precoce, pode ser especulado que as fêmeas alimentadas com dietas com inclusão de sorgo granífero mostraram um desempenho similar àquelas arraçoadas com dietas à base de milho.

Tabela 2 – Peso (kg) e idade (dias) à puberdade de leitoas híbridas alimentadas com rações contendo 100% de milho (tr1) e inclusão de 25% (tr2) e 50% (tr3) de sorgo granífero nas dietas

TRT	Peso (KG)	Idade (dias)
TR1	92,50[a]	160[a]
TR2	90,90[a]	165[a]
TR3	88,56[a]	161[a]

Fonte: elaborada pelos autores.
Notas: Letras diferentes nas colunas significam diferenças estatísticas ($p<0,05$); TRT = Tratamento.

Segundo Muniz et al. (1999) a maturidade sexual de fêmeas Camborough alimentadas *ad libitum* ou sob restrição foi equivalente mesmo quando o peso e o ganho de peso foram diferentes. Os resultados de Garcia-Castillo et al. (2004), trabalhando com fêmeas desde a puberdade até a lactação, com dietas formuladas com 100% sorgo, mostraram que as leitoas ganharam 33,42 kg de PV entre a detecção da puberdade e a cobertura. Na presente pesquisa, este ganho foi de 48,50, 43,30e 40,34 kg, para os tratamentos TR1, TR2 e TR3, respectivamente

Na Tabela 3 são apresentados os pesos das fêmeas desde a cobertura até os 110 dias de gestação e a espessura do toucinho aos 90 e 110 dias de gestação, de acordo com os tratamentos, onde se verifica que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis analisadas (peso e ET).

Tabela 3 – Peso (kg) e ET (mm) durante a gestação de fêmeas suínas híbridas alimentadas com rações contendo 100% de milho (TR1) e inclusão de 25% (TR2) e 50% de sorgo granífero (TR3) nas dietas

TRT	Cobertura	30 dias	60 dias	90 dias		110 dias	
	Peso	Peso	Peso	Peso	ET	Peso	ET
TR1	141,0[a]	158,6[a]	175,0[a]	185,4[a]	15,6[a]	198,6[a]	15,3[a]
TR2	134,2[a]	152,6[a]	166,5[a]	178,1[a]	13,9[a]	186,9[a]	13,6[a]
TR3	128,9[a]	146,3[a]	160,9[a]	170,3[a]	15,9[a]	190,7[a]	15,8[a]

Fonte: elaborada pelos autores.
Notas: Letras diferentes nas colunas significam diferenças estatísticas ($p<0,05$); TRT = Tratamento.

Em concordância parcial com os achados desta investigação, LOUIS et al. (1991) alimentaram porcas gestantes e lactantes com dietas à base de sorgo e não encontraram diferença significativa na fase de gestação, todavia, durante a lactação as fêmeas alimentadas com rações contendo o milho apresentaram um desempenho superior.

Cromwell et al. (1989) e García-Castillo et al. (2004), conduziram estudos nas fases de gestação e de lactação, respectivamente, similares à presente pesquisa, em que avaliaram o desempenho de matrizes suínas alimentadas à base de sorgo, porém com níveis de 100% de substituição do milho. Os resultados encontrados em termos de desempenho foram equivalentes entre os animais alimentados com sorgo e milho.

A Tabela 4 apresenta os valores de peso e ET das matrizes híbridas, ao parto e durante a lactação, de acordo com os três tratamentos.

Tabela 4 – Peso (kg) e ET (mm) ao parto e na lactação de fêmeas suínas alimentadas com rações contendo 100% milho (TR1), inclusão de 25% (TR2) e 50% sorgo granífero (TR3) nas dietas

TRT	Parto		8º dia (Lactação)		16ºdia (lactação)		25º dia (desmame)	
	Peso	ET	Peso	ET	PESO	ET	PESO	ET
TR1	174,1[a]	14,9[a]	171,4[a]	14,2[a]	168,3[a]	14,7[a]	164,8[a]	13,8[a]
TR2	178,5[a]	12,7[a]	168,9[a]	12,5[a]	157,3[a]	12,7[a]	157,7[a]	11,3[a]
TR3	182,3[a]	15,2[a]	165,2[a]	14,8[a]	158,7[a]	13,6[a]	151,9[a]	13,3[a]

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: Letras diferentes nas colunas significam diferenças estatísticas ($p<0,05$); TRT = Tratamento.

Em termos gerais, os dados obtidos foram similares entre os tratamentos, tendo esta tendência se repetido no retorno ao estro pós-desmame (RE), cujos valores obtidos nos três tratamentos (TR1, TR2 e TR3), foram respectivamente: peso (166,9; 154,1 e 154,1 kg); ET (13,8; 12,1 e 13,7 mm) e RE (6,1; 5,6 e 5,6 dias). Com relação a estas variáveis não houve diferença significativa entre tratamentos. No estudo de Cromwell et al. (1989), o período de RE foi de 5,83 dias. Na pesquisa de Garcia-Castillo et al. (2004), a perda de peso entre o parto e o desmame foi de 18,77 kg de PV. No presente estudo, tal perda foi de 9,3 kg (TR1), 20,8 kg (TR2) e 30,4 kg (TR3), respectivamente, diferindo, assim, dos relatados pelos outros auto-

res. Mesmo que os tratamentos com sorgo tenham ocasionado maior perda de massa corporal na lactação, o retorno ao estro não foi comprometido, visto que o RE foi similar entre os três tratamentos.

Avaliou-se também a composição química do leite das matrizes e não foi inferida diferença significativa de tratamento sobre os parâmetros analisados. Tais achados evidenciam que a inclusão do sorgo granífero não alterou a composição do leite.

Com relação ao número médio e o peso dos leitões ao parto (Tabela 5), verificou-se que as fêmeas do TR1 tiveram um maior número de nascidos vivos ($p<0,05$). No desmame houve equivalência no número e no peso dos animais desmamados por porca.

Tabela 5 – Número médio e peso médio (kg) de leitões nascidos de fêmeas alimentadas com rações contendo 100% milho (TR1) e inclusão de 25% (TR2) e 50% sorgo granífero (TR3) nas dietas, ao parto, no 8°, 16° e 25° dia de lactação

TRT	Parto		8º Dia		16º Dia		25º dia (desmame)	
	Nascidos vivos	Peso	Nº	Peso	Nº	Peso	Nº	Peso
TR1	12,87[a]	1,59[a]	11,25[a]	2,64[a]	10,38[a]	3,99[a]	9,88[a]	6,19[a]
TR2	10,66[ab]	1,56[a]	9,38[a]	2,71[a]	9,38[a]	4,42[ab]	9,25[a]	6,54[a]
TR3	10,33[b]	1,64[a]	9,83[a]	3,01[a]	9,83[a]	4,90[b]	9,83[a]	7,12[a]

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: Letras diferentes nas colunas significam diferenças estatísticas ($p<0,05$); TRT = Tratamento.

A tendência de menor peso dos leitões ao desmame observada no TR1 pode estar associada à presença de leitegadas maiores ao parto, no 8º dia e, principalmente, no 16º dia de lactação, uma vez que pode ter havido um menor aporte de leite nas tetas para as leitegadas do referido tratamento durante as amamentações.

A análise econômica das rações experimentais mostrou que os tratamentos com inclusão de sorgo granífero tiveram um custo menor, ou seja, durante o período experimental o custo médio das rações/ dia foi: TR1 = R$ 2,04, TR2 = R$ 1,99 eTR3 = R$ 1,90. No período de realização da presente pesquisa, o preço médio do milho foi de R$ 0,64/kg e o do sorgo de R$ 0,48/kg. Com base nesses valores pode ser estimado que a utilização do

sorgo como substituto do milho na alimentação de suínos torna-se viável quando o preço do sorgo não ultrapassar 74% do valor pago pelo milho.

Os sistemas de produção de monogástricos, a exemplo de aves e suínos, mostram grande dependência na utilização de milho como principal fonte energética. Em regiões não produtoras ou que produzem este cereal em pequena escala, a sustentabilidade da suinocultura torna-se limitada em razão do alto custo da referida matéria-prima. Além do uso na alimentação animal, o milho também é largamente utilizado na alimentação humana e na produção de etanol (NYANNOR et al., 2007) o que eleva o seu preço no mercado de grãos.

Com base nos resultados apresentados, pode-se concluir que o uso do sorgo granífero, em níveis de inclusão nas dietas de até 50% como substituto do milho, representa uma alternativa viável (técnica e econômica) na alimentação de matrizes suínas durante o ciclo de produção (puberdade, gestação, lactação e pós-desmame).

3.3 Fase II – Sorgo Granífero na Alimentação de Machos Suínos Destinados à Reprodução

Inicialmente, os 28 machos mestiços inteiros foram submetidos a um período de adaptação de 15 dias (dos 75 aos 90 dias). Dos 90 aos 120 dias de idade, os machos foram distribuídos aos pares nas baias de acordo com cada tratamento: TR1 = 8 animais, TR2 = 10 animais e TR3 = 10 animais. Na segunda etapa (120 aos 270 dias de idade), 14 machos foram mantidos no experimento e distribuídos, aleatoriamente, em baias individuais: TR1 = 4, TR2 = 5 e TR3 = 5. O fornecimento de ração foi controlado através do consumo e as sobras pesadas para cálculo do consumo diário de ração e da conversão alimentar. O peso e a espessura do toucinho foram determinados mensalmente. A partir dos 150 dias de idade, os animais iniciaram o treinamento no manequim para colheita de sêmen. As colheitas iniciaram quando os animais atingiram a idade de 180 dias e foram conduzidas nas baias, em manequim móvel, através do método da mão enluvada, em copo plástico protegido por recipiente isotérmico (Figura 1).

Figura 1 – Colheita de sêmen

Fonte: acervo dos autores.

A separação da fração gelatinosa foi feita com filtro específico ou camada de gaze adaptado ao copo coletor. Após a colheita, os ejaculados foram submetidos à análise laboratorial (macro e microscópica) para determinar volume (mL), peso da fração gelatinosa (g), vigor (escala de 0 a 5), motilidade (%) e concentração espermática (10^6 sptz/ml) (Figura 2). Também foi registrado o número de saltos por colheita efetiva e o tempo de colheita (segundos). Foram colhidos 12 ejaculados de cada macho, sendo as primeiras seis colheitas a intervalo de sete dias e as seis restantes a intervalo de quatro dias, tendo sido desprezado o primeiro ejaculado de cada macho experimental.

Figura 2 – Avaliação microscópica do sêmen

Fonte: acervo dos autores.

As amostras de sangue foram colhidas através de punção da veia jugular dos machos (Figura 3), com volume aproximado de 10 mL e que depois de centrifugadas (2500 rpm por 10 minutos), foram distribuídas em alíquotas (1,5 mL) em tubos de Eppendorff e conservadas em *freezer* a -20ºC para posterior análise bioquímica (colesterol, glicose, triglicerídeos, proteínas totais, creatinina, ureia e albumina) e hormonal (concentração de testosterona).

Figura 3 – Colheita de sangue na veia jugular

Fonte: acervo dos autores.

A biometria testicular (largura e comprimento) foi mensurada com auxílio de paquímetro metálico, escala em milímetros, mensalmente. O comprimento escrotal foi aferido tomando como referência o eixo longitudinal de cada testículo, exceto a cabeça e a cauda do epidídimo, sendo a largura determinada na porção média do testículo através do eixo médio-lateral, aos 120, 150, 180, 210, 240 e 270 dias de idade dos animais (Figura 4).

Figura 4 – Avaliação da biometria testicular

Fonte: acervo dos autores.

3.3.1 Principais Resultados

Com relação ao peso e à espessura de toucinho (Tabela 6) dos animais estudados não foram encontradas diferenças estatísticas significativas (p> 0,05), sendo que os pesos dos animais aos 270 dias de idade foram: 170,85 kg, 169,80 kg e 165,00 kg para os tratamentos TR1, TR2 e TR3, respectivamente. Entre os 90 e 270 dias de idade, os animais apresentaram um ganho de peso de 143,75 kg (TR1), 140,78 kg (TR2) e135,31 kg (TR3), respectivamente.

Tabela 6 – Espessura média de toucinho (mm) de machos destinados à reprodução alimentados com rações contendo 100% milho (TR1), inclusão de 25% (TR2) e 50% sorgo granífero (TR3) nas dietas

TRT	120 dias	150 dias	180 dias	210 dias	240 dias	270 dias
TR1	10,4[a]	11,1[a]	12,8[a]	12,6[a]	14,5[a]	15,9[a]
TR2	8,9[a]	11,2[a]	12,3[a]	13,3[a]	14,2[a]	15,6[a]
TR3	9,7[a]	11,8[a]	12,6[a]	13,4[a]	14,1[a]	15,4[a]

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: Letras diferentes nas colunas significam diferenças estatísticas ($p<0,05$); TRT = Tratamento.

Quanto à conversão alimentar, houve diferença significativa entre os tratamentos (TR1 = 3,48; TR2 = 3,44 e TR3 = 3,58), sendo que os animais do TR2 (25% de sorgo) apresentaram um melhor desempenho ($p<0,05$). Esta tendência demonstra que a inclusão parcial de sorgo granífero nas dietas de machos destinados à reprodução não apresenta efeitos negativos no desenvolvimento dos animais, podendo substituir o milho nas rações em níveis de até 25% na dieta.

A Tabela 7 mostra que para algumas variáveis relacionadas com a avaliação seminal, tais como tempo de colheita, número de saltos e peso da fração gelatinosa não ocorreram diferenças estatísticas ($p > 0,05$) entre os tratamentos, demonstrando que a inclusão do sorgo não alterou as características de libido dos animais. Todavia, com relação ao volume dos ejaculados, o TR1 apresentou valores maiores ($p < 0,05$). Para as variáveis como vigor, motilidade e concentração, os tratamentos à base de sorgo (TR2 e TR3) apresentaram uma melhor qualidade seminal ($p < 0,05$). A relação inversa entre as características volume e concentração espermática corresponde a descrita por Kemp et al. (1991) e Hafez et al. (2000). Com relação às variáveis vigor e motilidade, os achados sugerem que os animais do TR2, com maior concentração espermática, apresentaram um melhor desempenho e que o uso do sorgo não interferiu na qualidade seminal.

Tabela 7 – Qualidade seminal de machos híbridos destinados à reprodução alimentados com rações contendo 100% milho (TR1) e inclusão de 25% (TR2) e 50% sorgo granífero (TR3) nas dietas

TRT	Tempo colheita (S)	Volume (ML)	Peso fração GEL (G)	Vigor	Motilidade (%)	Concentração (10^6SPTZ/ML)
TR1	468[a]	196,7[a]	43,7[a]	2,8[b]	62[c]	255,16[b]
TR2	407[a]	142,9[b]	41,8[a]	3,4[a]	79[a]	545,31[a]
TR3	463[a]	166,9[ab]	39,9[a]	3,0[b]	68[b]	409,46[a]

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: Letras diferentes nas colunas significam diferenças estatísticas ($p<0,05$); TRT = Tratamento.

A avaliação da biometria testicular (Tabela 8) mostra que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos até a idade de 210 dias, sendo que os animais do TR2 apresentaram comprimento e largura testicular superiores ($p<0,05$) a dos demais tratamentos, principalmente em relação ao TR3. A partir de 240 dias de idade, não foram registradas diferenças significativas entre os grupos experimentais ($p > 0,05$).

Tabela 8 – Biometria testicular (mm) de machos híbridos alimentados com rações contendo 100% milho (TR1) e inclusão de 25% (TR2) e 50% sorgo granífero (TR3) nas dietas, entre 120 e 270 dias de idade

TRT	120 dias				150 dias				180 dias			
	Comprimento		Largura		Comprimento		Largura		Comprimento		Largura	
	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D
TR1	66,25^{a}	62,25^{a}	33,5^{a}	31,5^{a}	108^{a}	103,75^{b}	56^{a}	55,25^{a}	122,25^{a}	121,5^{ab}	61^{a}	56^{b}
TR2	58,75^{a}	57^{a}	32,25^{a}	31^{a}	117^{a}	118^{a}	63^{a}	64^{a}	132,75^{a}	130,5^{a}	70,25^{a}	70^{a}
TR3	65^{a}	64,6^{a}	35,6^{a}	33^{a}	107,2^{a}	102,6^{b}	54,4^{a}	54,2^{a}	120,2^{a}	118,2^{b}	61,6^{a}	61^{ab}
TRT	210 dias				240 dias				270 dias			
	Comprimento		Largura		Comprimento		Largura		Comprimento		Largura	
	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D
TR1	134^{ab}	133,25^{a}	69,5^{a}	70,25^{a}	144^{a}	140^{a}	70,5^{a}	71^{a}	149,25^{a}	145,25^{a}	78,5^{a}	76,5^{a}
TR2	146,25^{a}	142,25^{a}	79,75^{a}	75,75^{a}	153,25^{a}	150,25^{a}	85^{a}	81,5^{a}	159,75^{a}	157,25^{a}	88^{a}	85^{a}
TR3	129,8^{b}	134,6^{a}	69,4^{a}	68,2^{a}	139,8^{a}	136,2^{a}	76,6^{a}	72,4^{a}	149,8^{a}	145,6^{a}	80,4^{a}	76,2^{a}

Fonte: elaborada pelos autores.
Notas: Letras diferentes nas colunas significam diferenças estatísticas ($p<0,05$); TRT = Tratamento.

A substituição parcial do milho utilizado na ração pelo sorgo é uma opção interessante para o produtor desde que resulte em menor custo de produção ou permita a ele estabelecer uma relação de ganhos conjuntos nas cadeias de produção de suínos e de sorgo. Esta associação entre produção de sorgo e produção de suínos é atrativa, pois, a maior parte do milho utilizado no estado no Rio Grande do Norte é importada da região Centro Oeste, do cerrado baiano e/ou do exterior. Assim, o uso de sorgo granífero produzido no RN representa uma oportunidade de fomentar a economia regional, com geração de emprego e renda para a população local.

Dessa forma, considerando que as diferenças significativas observadas para algumas das variáveis não interferiu no desempenho produtivo e reprodutivo dos varrões híbridos inteiros, pode-se inferir que o uso do sorgo granífero em níveis de inclusão de até 50% nas dietas representa uma alternativa viável na alimentação de reprodutores suínos.

3.4 Fase III – Sorgo Granífero na Alimentação de Suínos Castrados Destinados ao Abate

Foram utilizados 27 machos mestiços castrados no período compreendido entre os 60 dias de vida e o abate aos 150 dias de idade, oriundos de leitegadas nascidas em um intervalo de cerca de sete dias em dois criatórios locais.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos tratamentos: TR1 (n = 8); TR2 (n = 10) e TR3 (n = 9), sendo que as pesagens foram feitas quinzenalmente, enquanto que a mensuração da ET e a colheita de sangue, mensalmente. O soro sanguíneo foi submetido à análise bioquímica para colesterol, glicose, triglicerídeos, proteínas totais, creatinina, ureia e albumina.

Antes do abate aos 150 dias de idade, os animais foram submetidos a jejum de 24 horas e após o abate foram eviscerados; em seguida, foi feita a separação das meias carcaças através de corte longitudinal ao longo da coluna vertebral, mantendo, por convenção, a cauda na meia carcaça esquerda (Figura 5), as quais permaneceram sob refrigeração (média de 7 ºC) em câmara fria durante 24 horas.

Figura 5 – Separação de meias carcaças

Fonte: acervo dos autores.

Os animais foram abatidos em um frigorífico industrial (SIF) para avaliação das seguintes características: peso de carcaça quente e refrigerada (24 horas pós-abate) e espessura de toucinho (com paquímetro metálico no ponto P2 na carcaça quente e refrigerada), comprimento de carcaça, pH e

temperatura da carcaça e peso de alguns cortes industriais: pernil, paleta e costela (Figuras 6, 7 e 8).

Figura 6 – Comprimento de carcaça

Fonte: acervo dos autores.

Figura 7 – pH e temperatura da carcaça

Fonte: acervo dos autores.

Figura 8 – Preparação de cortes industriais

Fonte: acervo dos autores.

3.4.1 Principais Resultados

A Tabela 9 evidencia que não foram encontradas diferenças significativas ($p<0,05$) em relação ao peso e a ET dos animais ao longo do período experimental. Os resultados corroboram os achados de Shelton et al. (2004) e Mushandu et al. (2005), os quais trabalhando com suínos alimen-

tados com sorgo, do desmame ao abate, não encontraram diferenças significativas para as variáveis relativas ao desempenho.

Tabela 9 – Peso médio (kg) e espessura de toucinho (mm) de machos suínos castrados destinados ao abate alimentados com rações contendo 100% milho (TR1) e inclusão de 25% (TR2) e 50% sorgo granífero (TR3) nas dietas

TRT	60 dias	90 dias	120 dias		150 dias	
	Peso	Peso	Peso	ET	Peso	ET
TR1	21,11[a]	43,49[a]	69,51[a]	9,5[a]	92,63[a]	11,8[a]
TR2	20,04[a]	40,91[a]	67,92[a]	9,3[a]	88,34[a]	11,2[a]
TR3	18,71[a]	39,36[a]	64,18[a]	9,3[a]	85,67[a]	10,5[a]

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: Letras diferentes nas colunas significam diferenças estatísticas ($p<0,05$); TRT = Tratamento.

Com relação à conversão alimentar (TR1 = 3,19; TR2 = 3,36 e TR3 = 3,45) não foram encontradas diferenças significativas. Neste sentido, Marques et al. (2007) relataram que a substituição de milho por níveis de até 50% de sorgo, em dietas de suínos em crescimento, pode ser recomendada sem comprometimento da digestibilidade e da metabolização dos nutrientes. Em outro estudo, Fialho et al. (2002) substituíram o milho por até 100% de sorgo e concluíram que o desempenho dos animais nos parâmetros ganho médio diário de peso, consumo diário médio de ração e conversão alimentar não foi afetado pela inclusão total do sorgo na dieta.

Pesquisas recentes com leitões nas fases de creche (FIALHO et al., 2002; PATRICIO et al., 2006; SOLÁ-ORIOL et al., 2007 e ANTUNES et al., 2008) e crescimento/terminação (LIZARDO et al., 1995; SHELTON et al., 2004; MUSHANDU et al., 2005 e MARQUES et al., 2007) demonstraram a viabilidade do uso do sorgo granífero em sistemas de produção de suínos.

A Tabela 10 apresenta os valores de rendimento de carcaças e peso dos cortes, não tendo sido encontradas diferenças significativas entre os tratamentos. Segundo um estudo conduzido por Oliveira et al. (2007), no qual foi avaliada a substituição do milho por 100% de sorgo suplementado com aminoácidos, em animais na fase de terminação, ficou demonstrado que tal substituição contribuiu para reduzir o desempenho dos suínos. No entanto,

mesmo que sejam considerados estes resultados, é possível sugerir que o nível de substituição total do sorgo na dieta pode representar uma alternativa técnica para que se reduza a quantidade de gordura na carcaça de suínos na terminação, com um maior porcentual de carne magra ao abate.

Tabela 10 – Rendimento de carcaça (%) e peso de cortes (kg) de machos suínos castrados destinados ao abate alimentados com rações contendo 100% milho (TR1) e inclusão de 25% (TR2) e 50% sorgo granífero (TR3) nas dietas

TRT	Peso do animal vivo	Peso da carcaça	Rendimento de carcaça	Peso do pernil	Peso da paleta	Peso da costela
TR1	92,63[a]	68,24[a]	73,67	10,23[a]	5,02[a]	18,36[a]
TR2	88,34[a]	64,97[a]	73,55	10,59[a]	5,27[a]	18,29[a]
TR3	85,67[a]	62,49[a]	72,94	10,31[a]	5,24[a]	17,79[a]

Fonte: elaborada pelos autores.
Notas: Letras diferentes nas colunas significam diferenças estatísticas ($p<0,05$); TRT = Tratamento.

Quanto à análise econômica (Tabela 11), os animais do TR1 apresentaram um custo total da ração maior do que os registrados para os outros tratamentos (TR2 e TR3), porém houve uma maior compensação em vista do melhor rendimento e peso médio das carcaças, que proporcionou uma receita bruta de R$ 82,23 (TR1), R$ 79,47 (TR2) e R$ 76,49 (TR3) para os respectivos tratamentos. A rentabilidade do milho apresentou o melhor resultado em face da menor cotação de preço deste insumo à época da pesquisa (1º semestre de 2009), fato que tornou o milho mais competitivo.

Tabela 11 – Análise econômica das rações contendo 100% milho (TR1), inclusão de 25% (TR2) e 50% sorgo granífero (TR3) nas dietas de machos suínos destinados ao abate

TRT	Preço médio R$/KG ração	Custo rações (R$)/animal	Peso médio carcaças (KG)	Receita média carcaças (R$)	Receita/ despesa
TR1	0,75	170,26	68,24	252,49	82,23
TR2	0,71	160,92	64,97	240,39	79,47
TR3	0,68	154,73	62,49	231,21	76,49

Fonte: elaborada pelos autores.
Nota: TRT = Tratamento.

A existência de preços compatíveis e de cereais adequados são fatores decisivos para o êxito de qualquer atividade produtiva, sobretudo em mercados altamente competitivos como a cadeia produtiva de suínos. É indispensável se buscar alternativas energéticas disponíveis nos países, estudar seu uso na alimentação animal e sua viabilidade econômica (ACURERO et al., 1983). Diante dessa constatação, o sorgo granífero de baixo teor de tanino surge como uma opção para o produtor de suínos. Os setores de avicultura e suinocultura, principais consumidores de sorgo, e que apresentam pequena margem de lucro, em decorrência dos altos custos de produção e dos baixos preços obtidos na comercialização de seus produtos, poderão reduzir significativamente seus gastos, beneficiando-se da menor cotação do sorgo, estimada entre 20 e 30% inferior à do milho (COELHO et al., 2002; MARQUES et al., 2007).

A utilização do sorgo granífero em substituição parcial ao milho, em dietas de suínos castrados destinados ao abate, apresenta viabilidade técnica, sem alterar os índices de desenvolvimento e qualidade de carcaça dos animais. Do ponto de vista econômico, mesmo que o milho tenha apresentado uma receita bruta maior, o sorgo continua sendo uma alternativa viável ao milho em regiões dependentes deste cereal.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a condução das diversas fases experimentais do Projeto Suínos, avaliou-se a inclusão parcial do sorgo granífero durante um ciclo completo de produção (matrizes, varrões e animais de recria-engorda), em comparação com as dietas tradicionalmente formuladas com milho. Os resultados encontrados ao longo da investigação permitem recomendar níveis de inclusão de até 50% nas dietas, sem comprometer as variáveis de desempenho reprodutivo e produtivo. Quanto à análise econômica, a inclusão de níveis diferentes de sorgo apresenta um melhor resultado quando a avaliação for conduzida a médio e longo prazos (durante a fase reprodutiva). Contudo, a opção pelo uso do sorgo granífero deve obedecer a uma análise periódica e criteriosa das flutuações do mercado e dos preços vigentes destes cereais destinados à alimentação de suínos.

AGRADECIMENTOS

Tendo em vista que este texto resultou da condução do projeto de pesquisa ora intitulado como "Projeto Suínos", no qual foram alocados apoio logístico e recursos financeiros governamentais, gostaríamos de agradecer a indispensável colaboração das seguintes instituições: CNPq, FAPERN, UFRN e Banco do Nordeste do Brasil.

REFERÊNCIAS

ACURERO, G. R.; ÁLVAREZ, R.G.; PÉREZ, S. A.; et al. **Utilización del grano de sorgo como fuente energética en raciones para cerdos en crecimiento y engorde. Zoot.Trop.,** v. 1 p. 54-64, 1983.

ANDERSON, L. L. Reproductive cycles. Pigs. In: HAFEZ, E. S. E. **Reproduction in farm animals**. 6.ed. Philadelphia: Lea &Febiger, 1993.p.343-360.

ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; et al. Valor nutritivo de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma para leitões. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.,** v.60, n.3, p.713-718, 2008.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. 4.rev. Arlington, 1998.

ARAÚJO, W.A.G. Alimentos energéticos alternativos para suínos. **Rev. Eletr. Nutritime**, v.4, n. 1, p.384-394, 2007.

BORGES, V. F.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P. et al. Perfil de natimortalidade de acordo com a ordem de nascimento, peso e sexo dos leitões. **Arq. Bras. Vet. Zootec.**, v.60, n.5, p.1.234-1.240, 2008.

BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Viabilidade técnica e econômica da inseminação artificial (IA) em suínos: pontos críticos da IA. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 3., São Paulo. **Anais...**,São Paulo: Embrapa, 1998.p.101-112.

COELHO, A. M.; WAQUIL, J. M.; KARAM, D.et al. Seja o doutor do seu sorgo. **Inform. Agron.**, n.100,2002.

CORRÊA, M. N.; MEINCKE, W.; LUCIA Jr., T. et al. Fisiologia e manejo reprodutivo da fêmea suína. In: **Inseminação artificial de suínos**. Pelotas: Printpar Gráfica e Editora Ltda., 2001.p.34-66.

COSTA, A. N. Manejo alimentar de porcas gestantes e lactantes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, II, Teresina, 2000.**Anais...**, Teresina: SNPA, 2000.p.269-274.

COSTA, A. N.; KOTZIAS-BANDEIRA, E. Fatores fisiológicos e de manejo relacionados com a detecção do estro, momento do serviço e a fertilidade subsequente de porcas. **Ciênc. Vet. Tróp.**, v.1, n. 1, p.1-10, 1998.

COSTA, A. N.; MARTINS, T. D. D.; MOREIRA, F. R. C. et al. Uso do sorgo granífero na alimentação de matrizes suínas híbridas. **Ciênc. Sempre**, Ano 4, n.9, p.38-41, 2008.

COUSINS, B. W.; TANKSLEY Jr., T. D.; KNABE, D. A. et al. Nutrient digestibility and performance of pigs fed sorghums varying in tannin concentration. **J. Anim. Sci**., n. 53, p. 1.524-1.537, 1981.

CROMWELL, G. L.; HALL, D. D.; CLAWSON, A. J.; et al. Effects of additional feed during late gestation on reproductive performance of sows: a cooperative study. **J. Anim. Sci**., n. 67, p.3-14. 1989.

EINARSSON, S; ROJKITTIKHUN, T. Effects of nutrition on pregnant and lactating sows. **Control of pig reproduction. IV. J. Reprod. Fert.**, Suppl. 48, p.229-239, 1993.

ERLICH, S. P. Estudio de los niveles de taninos del sorgo y su repercusión sobre los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia diaria de peso corporal y converción alimentícia) del cerdo de consumo. **Rev. Cient.,** v. 9, n. 2, p 99-106, 1999.

FERNANDES, M. B.; CASTRO, J. R.; AQUINO, B. F. et al. Adaptabilidade de cultivares de sorgo granífero a solos salinos da microrregião salineira do estado do Rio Grande do Norte. **Pesq. Agropec. Bras**., v. 27, n. 2, p. 217-222, 1992.

FERREIRA, F. M. Comportamento sexual e características espermáticas em suínos jovens. In: CONGRESSO DE REPRODUÇÃO ANAIMAL, 11, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 1995.p.26-34.

FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, V.; SILVA, H.O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. **Rev. Bras. De Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.105-111, 2002.

FLOWERS, W. L. Reproductive physiology of the boars. In: SWINE REPRODUCTION SYMPOSIUM, 1996, Hastings. **Anais…**, Hastings: American College of Theriogenologists, 1996.p.1-6.

FOXCROFT, G. R.; COSGROVE, J. R.; DING, J.; et al. Reproductive function: current concepts. In: **Principles of pig sciences**. Nottingham: University Press, 1994.p.225-252.

GARCÍA-CASTILLO, R. F.; GUTIÉRREZ-BAÑUELOS, H.; MELLADO-BOSQUE, M.; MORONES-REZA, R. Cromo L-metionina en Dietas Basadas en Sorgo y Soya en Cerdas Primerizas. **Rev. Agr. Nueva Epoca**, v.1, n. 3, 2004.

GEISERT, R. D.; SCHMITT, R. A. M. Early embryonic survival in the pig: can it be improved? **J. Anim. Sci.**, v.80 (E. Suppl. 1),p. 54-65, 2002.

GERRITSEN, R.; LANGENDIJK, P.; SOEDE, N. M.; KEMP, B. Effects of (artificial) boar stimuli on uterine activity in estrous sows. **Theriogenology**, v. 64, p. 1.518-1.525, 2005.

GUTHRIE, H. D.The follicular phase in pigs: follicle populations, circulating hormones, follicle factors and oocytes. **J. Anim. Sci.**, 83 (Suppl. 2), p. 79-90, 2005.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reproduction in farm animals**.7.ed. Philadelphia. p. 96-109. 2000.

HAN, I. K.; BOSI, P.; JUN, Y. et al. Recents advances in sow nutrition to improve reproductive performance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM – RECENTS ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION, 2000, Korea. **Anais…** Seoul: Asian-Australasian Association of Animal Production Societies, 2000.p.335-355.

HURLEY, W. L. Mammary gland growth in the lactating sow. **Liv. Prod. Sci.**, v. 70, p.149-157, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo, v.1, 1985.

JINDALL, R.; COSGROVE, J. R.; FOXCROFT, G. R. Progesterone mediates nutritionally induced effects on embryonic survival in gilts. **J. Anim. Sci.**, v.75, p.1.063-1.070, 1997.

KEMP, B.; GROOTEN, H. J. G.; HARTOG, L. A. et al. The effect of a high protein intake on sperm production in boars at two semen collection frequencies. **Anim. Reprod. Sci.**, v.17, p.103-113, 1988.

KEMP B, VERSTEGEN MWA. Nutrition and sperm production**. Reprod. Dom. Anim. Suppl**, n.1, p.287-296, 1991.

KEMP, B.; SOEDE, N. M.; LANGENDIJK, P. Effects of boar contact and housing conditions on estrus expression in sows. **Theriogenology**, v. 63, p.643-656, 2005.

KOKETSU, Y.; DIAL, G. D.; PETTIGREW, J. E. et al. Characterization of feed intake patterns during lactation in commercial swine herds. **J. Anim. Sci.**, v.74, p.1.202-1.210, 1996.

KUMMER, R.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. et al.Existe diferença no desempenho reprodutivo ao primeiro parto de leitoas inseminadas no 1º, 2º, 3º ou 4º estro?**Acta Sci. Vet.**, v.33, n.2, p.125-130, 2005.

LANGENDIJK, P.; SOEDE, N. M.; KEMP, B. Uterine activity, sperm transport, and the role of boar stimuli around insemination in sows. **Theriogenology**, v. 63, p.500-513, 2005.

LEVIS, D. G. Managing postpubertal boars for optimum fertility. **Comp. Food Anim. Med. & Manag.**, v.19, n.1, p.17-23, 1997.

LIZARDO, R.; PEINIAU, J.; AUMAITRE, A. Effect of sorghum on performance, digestibility of dietary components and activities of pancreatic and intestinal enzymes in the weaned piglet.**Anim. Feed Sci. Tech.**, n. 56, p. 67-82, 1995.

LOPES, A. B. R. C. **Silagem de grãos úmidos de sorgo com alto e baixo tanino para suínos em fase inicial**. 2004. 125p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

LOUIS, G. F.; LEWIS, A. J.; PEO JR, E. R. Feeding value of grain sorghum for the lactating sow. **J. Anim. Sci.**, n.69, p.223-229,1991.

MACHADO, G. S. Reposição de plantel: manejo da leitoa para reprodução. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, XI, 2003, Goiânia.**Anais...** Goiânia, Abraves, 2003.p.33-43.

MADEJ, A.; BRANDT, Y.; EINARSSON, S. Endocrine dynamics associated with follicle development in pigs: a review. **Anim. Reprod. Sci.**, v.6, n.1, p.135-143, 2009.

MAES, D.G. D.; JANSSENS, G. P. J.; DELPUTTE, P.; LAMMERTYN, A.; KRUIF, A. Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: relationship with reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores. **Liv. Prod. Sci.**, v.91, p.57-67, 2004.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Tanino no grão do sorgo. Comunicado Técnico, 88. Embrapa, Sete Lagoas/MG, 2003.

MARQUES, B.M.F.P.P.; ROSA, G.B.; HAUSCHILD, L. et al. Substituição de milho por sorgo baixo tanino em dietas para suínos: digestibilidade e metabolismo**. Arq**. **Bras. Med. Vet. Zootec**., v.59, n.3, p.767-772, 2007.

MARTINS, T. D. D.; COSTA, A. N. Influência de fatores nutricionais e de manejo sobre a lactação de fêmeas suínas. In: CONGRESSO NORDESTINO DE SUINOCULTURA, I, 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, Abraves, 2002. p.40-45.

MARTINS, T. D. D.; COSTA, A. N.; SILVA, J. H. V.; SILVA, L. P. G. Fatores relacionados com o tamanho e o peso da leitegada ao nascer. **Ciênc. Vet. Trop.**, v.5, n.1, p.1-8, 2002.

MARTINS, T. D. D.; COSTA, A. N.; SILVA, J. H. V.; VALENÇA, R. M. B.; LUDKE, J. V. Postura e comportamento lactacional de matrizes suínas mantidas sob condições de temperatura ambiente elevada. **Rev. Biotemas**, v. 21, n.4, p.137-145, 2008.

MARTINS, T. D. M.; COSTA, A. N.; SILVA, J. H. V.; BRASIL, L. H. A.; VALENÇA, R. M. B.; SOUZA, N. M. Produção e composição do leite de porcas híbridas mantidas em ambiente quente. **Ciênc. Rural**, v. 37, n. 4, p.1.079-1.083, 2007.

MUNIZ, A.; MORETTI, A. S.; CARBONE, A. Relação de fatores nutricionais e reprodutivos na puberdade em fêmeas suínas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, IX, Belo Horizonte, 1999.**Anais...** Belo Horizonte, Abraves, 1999.p.293-294.

MUSHANDU, J.; CHIMONYO, M.; DZAMAB, K. et al. Influence of sorghum inclusion level on performance of growing local Mukota, Large White and their F1 crossbred pigs in Zimbabwe. **Anim. Feed Sci. and Tech.** n.122, p. 321-329, 2005.

NOBLET, J.; DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M. et al. Energy metabolism in pregnant sows and newborn pigs. **J. Anim. Sci.**, v.75, n.10, p.2.708-2.714, 1997.

NYANNOR, E. K. D.; ADEDOKUN, S. A.; HAMAKER, B. R. et al. Nutritional evaluation of high-digestible sorghum for pigs and broiler chicks. **J Anim. Sci**. n. 85 p. 196-203, 2007.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. Rações contendo milheto ou sorgo e com suplementação de aminoácidos para suínos em terminação. **Arch. Vet. Sci.**, v.12, n.1, p. 58-62, 2007.

PATRICIO, V.M.I.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. et al. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de sorgo de alto ou de baixo conteúdo de taninos para leitões na fase de creche. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.4, p.1.406-1.415, 2006.

POMPEU, R. C. F. F.; PITOMBEIRA, J. B.; OLIVEIRA FILHO, G. S. et al. Características agronômicas de cultivares de sorgo granífero no estado do Ceará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42ª. Goiânia.**Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 3p.

PRUNIER, A.; QUESNEL, H. Nutritional influences on the hormonal control of reproduction in female pigs. **Liv. Prod. Sci.**, v.63, p. 1-16, 2000a.

PRUNIER, A.; QUESNEL, H. Influence of the nutritional status on the ovarian development in female pigs.**Anim. Reprod. Sci.**, v.60-61, p.185-197, 2000b.

ROMERO, C. A.; FALCETO, M. V. Controle da reprodução do cachaço. **SUIS Brasil**, n.6, p.10-21, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos - composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2.ed. Viçosa: UFV, v. 1, 2005.

SHELTON, J. L.; MATTHEWS, J. O.; SOUTHERN, L. L. et al. Effect of nonwaxy and waxy sorghum on growth, carcass traits, and glucose and insulin kinetics of growing-finishing barrows and gilts.**J. Anim. Sci.**, n. 82, p. 1.699-1.706, 2004.

SILVA, F. C. O.; DONZELE, J. L.; FONSECA, C. C. et al. Efeito dos níveis de energia digestível da ração sobre os parâmetros reprodutivos de suínos machos inteiros e fêmeas. **Rev. Bras. Zoot.**, v. 27, p.965-973, 1998.

SILVEIRA, P. R. S.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. et al. Manejo da fêmea reprodutora. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. et al.**Suinocultura intensiva. Produção, manejo e saúde do rebanho.** Brasília: Embrapa – SPI, p. 163-196,1998.

SOEDE, N. M.; KEMP, B. Expression of oestrus and timing of ovulation in pigs. **J. Reprod. Fert.**, Suppl. 52, p.91-103, 1997.

SOEDE, N. M.; HAZELEGER, W.; KEMP, B. Follicle size and the process of ovulation in sows as studied with ultrasound. **Reprod. Dom. Anim.**, v.33, p.239-244, 1998.

SOLÀ-ORIOL, D., ROURA, E., TORRALLARDONA, D. Pig preference for cereal based diets, relationship with their digestibility and physical properties. **Liv. Sci.**, n. 108, p. 190-193, 2007.

TABOSA, J. N. et al. **Cultivo de sorgo**. IPA. 2.ed. dezembro, 1993.

TSUNECHIRO, A.; MARIANO, R. M.; MARTINS, V.A. Produção e preços de sorgo no estado de São Paulo, 1991-2001. **Rev. Bras. de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.15-24, 2002.

VALENÇA, R. M. B. **Efeitos de diferentes níveis proteicos na dieta sobre desenvolvimento de características produtivas e reprodutivas em reprodutores suínos dos 38 aos 210 dias de idade**. 2004. 94p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004.

VALENÇA, R. M. B.; COSTA, A. N.; SILVA Jr., V. A.; REIS, J. C.; MARTINS, T. D. D. Avanços na nutrição de varrões: efeitos sobre o desenvolvimento das características reprodutivas e qualidade do sêmen. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.31, n.1, p.64-70, 2007.

WABERSKI, D.; WEITZE, K. F. Correct timing of artificial insemination in pigs. **Reprod. Dom. Anim.**, v.31, p.527-530, 1996.

WEITZE, K. F.; WAGNER-RIETSCHEL, H.; WABERSKI, D. et al.The onset of heat after weaning, heat duration, and ovulation as major factor AI timing in sows. **Reprod. Dom. Anim.**, v.29, p.433-443, 1994.

ZARDO, A. O.; LIMA, G. J. M. M. **Alimentos para suínos**. Embrapa. Boletim Informativo de Pesquisa. .Concórdia, Ano 8, n.12, 1999.

Capítulo 7

Alimentação alternativa para aves caipiras criadas no semiárido brasileiro

Fernando Guilherme Perazzo Costa
Cláudia de Castro Goulart
Patrícia Emília Naves Givisiez
José Humberto Vilar da Silva
Wllissis Gonçalves de Sousa
Cleber Franklin Santos de Oliveira

1 INTRODUÇÃO

A simplicidade da exploração e o baixo investimento apontam a criação racional de frangos e galinhas caipiras como um dos mais promissores negócios na geração de renda e ocupação da mão de obra familiar nas pequenas propriedades rurais e assentamentos. As aves caipiras, além de resgatarem costumes e tradições da culinária colonial representam a diversificação das atividades da agricultura familiar, proporcionando o consumo de alimentos mais saudáveis e agregação de valor a seus produtos. O preço pago pelo frango caipira chega a ser três vezes maior que o pago pelo frango de granja, tornando a criação destas aves muito rentável.

No entanto, a maioria dos pequenos produtores rurais desenvolve a avicultura empírica e instável, com média de 15 aves por família, com plantel constituído de aves de baixo padrão zootécnico e baixo rendimento de ganho de peso. O sistema usado tradicionalmente pelos sertanejos é o sistema extensivo de criação, no qual as aves ficam completamente soltas no terreiro e não recebem nenhum cuidado especial em relação à alimentação e sanidade, e ficam sem proteção contra as intempéries e predadores. A mortalidade é muito alta, principalmente nos primeiros dias de vida. A produtividade neste sistema é muito baixa, não podendo a atividade ser considerada como econômica, sendo somente de subsistência.

Visando atender às novas tendências do mercado consumidor e obter boa rentabilidade, a produção de aves em sistemas alternativos requer mudanças na cadeia produtiva, com a adoção de sistemas adequados de criação (semi-intensivo), além do emprego de linhagens especializadas e adaptadas a estes sistemas. Além disso, para que as aves melhoradas possam expressar seu potencial genético e alcançar boa produtividade, devem receber condições adequadas de manejo e de alimentação.

Em função da importância da alimentação no desenvolvimento corporal, na taxa de ganho de peso e na produção de ovos das aves, bem como no custo da produção, uma vez que representa aproximadamente 70% dos custos totais da criação, neste capítulo serão abordados aspectos relacionados às exigências nutricionais das aves caipiras, manejo alimentar e um enfoque especial será dado à utilização de forrageiras nativas como alimento alternativo na alimentação de aves caipiras.

2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS E MANEJO ALIMENTAR DE AVES CAIPIRAS

A produção de aves no sistema caipira é regulamentada pela portaria nº 505, de 16/10/1998 e pela Instrução Normativa nº 007, de 17/05/1999, ambas do Ministério da Agricultura e se diferencia do sistema do industrial por três fatores: linhagem, manejo e alimentação.

As linhagens utilizadas na produção de frangos caipiras são o resultado do cruzamento de raças pesadas de corte com raças semipesadas de postura, o que as caracterizam como menos exigentes e mais resistentes às adversidades que o frango de corte industrial. As principais linhagens de frangos encontradas no mercado para criação alternativa são: Label Rouge

Pesadão, Label Rouge Pescoço Pelado, Paraíso Pedrês, Colonial 041 (Embrapa), Master Griss, entre outras. As linhagens especializadas em produção de ovos caipiras são: Galinha Caipira Negra, Embrapa 051 e Isa Label JA57, sendo esta última também boa produtora de carne. Dentre as raças puras, as que mais se adaptam ao sistema caipira de criação são: Gigante Negra de Jersey, Light Sussex, Rhode Island Red, New Hampshire, Plymouth Rock. Destas, a primeira raça é mais utilizada para a produção de carne, enquanto as outras são aves de dupla aptidão, ou seja, boas produtoras tanto de carne quanto de ovos.

O manejo diferencia-se por permitir acesso a espaços externos aos aviários, destinados a favorecer o desenvolvimento das aves dentro de um conceito mais próximo da natureza e da liberdade, favorecendo a expressão de comportamentos inatos à espécie e garantindo o bem-estar das aves, ao mesmo tempo em que a proteção contra as intempéries e predadores é assegurada.

Em relação à alimentação, esta deve garantir o aporte de nutrientes necessário à mantença e produção. Desta forma, além do acesso às forragens, deve-se fornecer ração formulada com grãos, vitaminas e minerais, podendo ser complementada por verdura, frutas e capins. Do ponto de vista econômico, a alimentação é fator de grande importância, não somente porque dela depende bom desempenho produtivo das aves, mas, sobretudo, porque representa boa parte dos custos da atividade. Aspectos importantes como a quantidade dos ingredientes e o balanço nutricional correto, devem ser observados na composição das rações, uma vez que deles depende a eficiência da alimentação.

Independente do sistema de criação, as aves têm que receber alimentação de acordo com suas necessidades de mantença e de produção, pois ela influencia diretamente na produção de carne e ovos. Desta forma, aves que recebem alimentação com menores quantidades de nutrientes têm sua produtividade reduzida, ou seja, levam mais tempo para atingir o peso de abate e produzem menos ovos.

Os genótipos utilizados na criação de aves caipiras não têm seus níveis nutricionais bem estabelecidos. A maioria das informações utilizadas refere-se a extrapolações feitas a partir de resultados obtidos para frangos de corte em sistema intensivo. No entanto, estas linhagens apresentam curva de crescimento mais lenta do que as aves utilizadas no sistema industrial, sendo evidente que as necessidades nutricionais desses dois tipos de aves são distintas.

Desta forma, ao se formular as dietas para frangos caipiras utilizando como base os requerimentos nutricionais para frangos de corte de linhagens industriais (NRC, 1994; ROSTAGNO et al., 2000; ROSTAGNO et al., 2005) haverá desperdício de nutrientes, pois estes estarão sendo fornecidos acima da capacidade de síntese tecidual das aves caipiras, e ainda, o custo de arraçoamento será maior, uma vez que as linhagens industriais são altamente exigentes quanto à nutrição proteica, e os alimentos proteicos contribuem com a maior parte do custo das rações.

Para uma boa nutrição dos frangos caipiras devem ser determinadas as suas exigências nutricionais mínimas, permitindo que a ave expresse seu potencial, sem perder suas características e, principalmente, para que o custo da alimentação seja reduzido, evitando desperdícios de matéria-prima e de nutrientes. Portanto, é de fundamental importância o estabelecimento de programas de alimentação exclusivos para frangos caipiras, que permitam maximizar os retornos econômicos deste tipo de criação.

Por outro lado, outro grave erro que alguns produtores cometem é desconsiderar as exigências nutricionais das aves caipiras, deixando-as escolher livremente a alimentação no pasto ou fornecendo somente milho. O milho é, sem dúvida, um alimento muito importante na alimentação das aves, porém é um alimento muito rico em energia, mas pobre em proteína e em alguns aminoácidos, vitaminas e minerais. Com uma alimentação exclusiva de milho as aves apresentarão deficiência no crescimento (ganho de peso), ao mesmo tempo em que acumularão tecido adiposo (gordura). Para suprir a carência de outros nutrientes, o milho deve ser combinado com outros alimentos, sendo utilizado na formulação de ração balanceada.

Ressalta-se que no sistema de criação semi-intensivo como atividade avícola com fins lucrativos, a suplementação da dieta com forragens através de livre acesso a pasto de qualidade ou fornecidas em cocho, assim como verduras e frutas, é incentivada e recomendada, porém, a base da alimentação deve ser a ração balanceada para cada uma das fases da criação. Portanto, a suplementação com alimentos alternativos promove uma redução na quantidade de ração a ser fornecida e não a supressão da necessidade da ração.

Deste modo, para um bom desempenho produtivo, ao se formular as dietas para as aves, deve-se ter como objetivo o atendimento das necessidades nutricionais das aves em:

- **Energia metabolizável (EM)** – É a energia total do alimento consumido menos a energia perdida nas excretas, ou seja, é a energia

que será utilizada pela ave para os processos metabólicos de mantença e de produção, sendo parte desta energia perdida na forma de calor (incremento calórico). A energia de mantença é utilizada para os processos metabólicos basais e também para a atividade física e termorregulação, enquanto a energia de produção é utilizada principalmente para a síntese tecidual (ganho de peso, produção de ovos e penas). Quanto menor for a proporção de energia consumida gasta para a mantença, maior será a energia destinada à produção. Desta forma, mesmo em sistema semi-intensivo de criação, podem-se adotar técnicas de manejo para melhorar a eficiência energética, como fornecer um ambiente térmico agradável às aves, com sombras que possam facilitar a termorregulação comportamental, bem como a colocação de comedouros e bebedouros em locais estratégicos, para que as aves não necessitem se deslocar a grandes distâncias, reduzindo, desta forma o dispêndio de energia para locomoção. A deficiência de EM provoca redução no crescimento das aves e na produção de ovos. Por outro lado, o fornecimento de EM em excesso leva ao acúmulo de gordura, diminuindo a qualidade da carne e prejudicando a produção de ovos. Em geral, a EM de um alimento para aves é inversamente proporcional à quantidade de fibra bruta (FB) deste alimento. Desta forma, alimentos muito fibrosos (volumosos) devem ser utilizados com moderação na alimentação das aves para não prejudicar o desempenho produtivo.

- **Proteína bruta (PB)** – Na verdade, as aves não têm requerimento de PB e sim apresentam necessidades de quantidades mínimas de cada um dos aminoácidos essenciais constituintes da proteína. Aminoácidos essenciais são aqueles necessários aos processos metabólicos das aves (síntese proteica, síntese de substâncias nitrogenadas com funções específicas no organismo, síntese de bases nitrogenadas etc.), mas que não são sintetizados pelas aves em velocidade suficiente para atender às necessidades de máximo desempenho. Portanto, estes aminoácidos têm que ser fornecidos na dieta. Para as aves os aminoácidos essenciais são: metionina, lisina, treonina, valina, isoleucina, arginina, triptofano, leucina, fenilalanina e histidina. O nível de PB de uma dieta para aves deve, então, garantir o suprimento das necessidades dos aminoácidos, principalmente, de metionina + cistina e lisina. Os aminoácidos são as unidades construtoras da proteína. Sua deficiência, de forma geral, causa redução no crescimento e na produção e tamanho dos ovos.

- **Macrominerais** – Os minerais: fósforo, cálcio e sódio são exigidos pelas aves em grandes quantidades e devem ser suplementados por fontes específicas nas dietas, sendo as mais usadas o fosfato bicálcico, o calcário e o sal comum, respectivamente. A deficiência de cálcio e fósforo provocam crescimento retardado, raquitismo e anomalias ósseas. A deficiência de sódio pode causar redução no crescimento, distúrbios nervosos e canibalismo.
- **Microminerais** – Os minerais: zinco, cobre, ferro, iodo, manganês, cobalto e selênio, são exigidos em pequenas quantidades nas dietas das aves, porém não podem estar ausentes, pois funcionam como componentes estruturais de tecidos e como cofatores ou coenzimas para uma série de reações químicas no organismo. Os microminerais são suplementados nas rações como premix (suplemento mineral), este deve ser adquirido de fabricante idôneo e adicionado de acordo com a recomendação.
- **Vitaminas** – representam um grupo de substâncias distintas quimicamente e exigidas em pequenas quantidades na dieta e exercem importantes funções metabólicas: estabilização de membranas celulares, hormonal, doadores /receptores de H^+/e^- e coenzimas. As vitaminas são adicionadas nas rações como premix vitamínico (suplemento vitamínico), de acordo com as recomendações do fabricante.

Pelo exposto, percebe-se que a ração balanceada deve conter no mínimo um ingrediente energético (milho), um proteico (farelo de soja), uma fonte de fósforo (fosfato bicálcico), uma de cálcio (calcário), fonte de sódio (sal comum) e fontes de vitaminas (premix vitamínico) e microminerais (premix mineral). Dependendo da fase, a dieta deverá receber também suplemento energético concentrado (óleo de soja), com o objetivo de atender às exigências de energia. Outros ingredientes utilizados para substituir os elementos citados, seja como fontes proteicas, energéticas, minerais e outras, necessários ao organismo animal, são considerados alimentos alternativos, que, ao serem utilizados, reduzem acentuadamente os custos de arraçoamento.

A ração pode ser misturada na propriedade, porém, quando o número de aves é pequeno, a compra em separado de cada um dos ingredientes da ração pode inviabilizar o processo, pois geralmente só são encontrados nos grandes centros, distantes das criações, além de não se encontrar embalagens com quantidades pequenas, resultando problemas de estocagem e validade dos premixes. Nesse caso, a compra de ração comercial é mais

indicada. Porém, se o consumo de ração for de grande quantidade, como no caso de associações de produtores, pode ser compensatório. A ração deve ser adquirida em fabricantes idôneos, de maneira regular, em quantidades adequadas para não ser estocada por mais de 15 dias e deve ser observada diariamente, para verificar se há fermentação e detectar ataque de insetos e roedores, que a contaminam com micro-organismos que podem produzir enfermidades nas aves. O local de armazenagem deve ser limpo, seco, sem claridade excessiva e sem a presença de qualquer espécie animal, principalmente de roedores. Não estocar rações e ingredientes no mesmo depósito de substâncias nocivas, como agrotóxicos.

Outra opção é adquirir o concentrado e misturar com o milho na proporção recomendada pelo fabricante. Caso se tenha acesso à compra do farelo de soja a preços acessíveis, pode-se optar pela compra do núcleo e misturar com o milho e o farelo de soja, sempre na proporção especificada no rótulo do produto.

Seja a ração pronta, o concentrado ou o núcleo, sempre utilizar o produto adequado a cada espécie e a cada fase de criação, pois a composição nutricional difere bastante de uma para outra.

Em geral, o manejo alimentar dos frangos caipiras é realizado com rações para 3 fases distintas e os níveis nutricionais recomendados para cada uma das fases são:

- Fase inicial (de 1 a 28 dias): 19,5 a 22% de PB e 2800 a 2850 kcal de EM/kg;
- Fase de crescimento (de 29 a 63 dias): 17,5 a 20% de PB e 2850 a 2900 kcal de EM/kg;
- Fase final (de 64 a 85/98 dias de idade): 16 a 18% de PB e 2850 a 2900 kcal de EM/kg.

Na Tabela 1 estão apresentados os níveis nutricionais sugeridos para os frangos coloniais Embrapa 041 para as diferentes fases da criação.

Tabela 1 – Exigências nutricionais do frango de corte Embrapa 041 por fase da criação

Nutrientes	Inicial (1 a 28 dias)	Crescimento (29 a 63 dias)	Final (61 a 98 dias)
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2800	2900	2900
Proteína bruta (%)	19,5	17,5	16,5
Cálcio (%)	1,00	1,00	0,95
Fósforo total (%)	0,71	0,67	0,61
Lisina (%)	1,000	0,887	0,780
Metionina+cistina (%)	0,700	0,650	0,600

Fonte: Manual da linhagem (EMBRAPA, 2001).

Na fase inicial, até 28 dias de idade, as aves devem ser alimentadas exclusivamente com a ração. A partir de 29 dias, a ração deve ser complementada com alimentos alternativos, principalmente forragens, hortaliças e frutas, o que auxilia na pigmentação da pele e na diferenciação do sabor da carne.

De acordo com Figueiredo et al. (2001) deve-se restringir o fornecimento de alimentos alternativos a 20% do consumo total da ave, sendo os outros 80% da dieta fornecidos obrigatoriamente por rações balanceadas. No entanto, Albino et al. (2001) observaram que a proporção em que a ração convencional pode ser substituída por alimentos alternativos depende da qualidade e da quantidade destes. Estes autores verificaram, por exemplo, que com o fornecimento de 50% do consumo de ração à vontade as aves necessitariam de 5m^2/ave de pasto de qualidade, enquanto que com o fornecimento de 80% da ração a necessidade de área de pasto seria reduzida para 4 m^2/ave.

Para as galinhas poedeiras, o manejo alimentar também se divide em 3 fases, porém com idades e exigências nutricionais bem diferentes dos frangos caipiras para corte e são elas:

- Fase de cria ou inicial (1 a 42 dias) – 18 a 20% de PB e 2800 kcal de EM/kg. Pode-se utilizar a mesma ração utilizada para frangos de corte caipira. A partir dos 28 dias, as aves deverão ter livre acesso ao piquete.
- Fase de recria ou de crescimento (43 a 140 dias ou ao aparecimento do 1º ovo) – 14 a 16% de PB e 2600 a 2750 kcal de EM/kg. Pode-se utilizar rações para frangas comerciais na fase de recria. No entanto,

não se deve utilizar ração para frango em crescimento, pois as aves ficariam com excesso de peso, causando prejuízo à posterior produção de ovos. As aves devem ter boa oferta de alimentos alternativos (forragens, frutas, verduras).

- Fase Postura (141 dias ou do 1º ovo ao descarte) – de 14 a 17% de PB, 2700 a 2800 kcal de EM/kg e 3,0 a 4,0% de cálcio. Nota-se que a ração de postura apresenta um teor de cálcio bem superior às rações para frangos ou das rações para poedeiras nas fases de cria ou recria. Desta forma, a não utilização da ração adequada pode levar à produção de ovos com cascas frágeis ou até mesmo sem casca. Nesta fase, o acesso a alimentos alternativos deve ser livre, conquanto a ração esteja disponível em quantidades adequadas.

O peso corporal da ave, a produção de ovos e a quantidade de ração fornecida devem ser monitorados de acordo com o manual da linhagem. Em geral, uma ave considerada leve, de cerca de 1,8 kg de peso vivo, deve receber de 90 a 100 g de ração/dia e a considerada semipesada, com peso vivo em torno de 2,0 a 2,5 kg, deve receber 120 g de ração/dia. Quantidades acima das estabelecidas levam a pesos corporais excessivos devido ao acúmulo de gordura, principalmente, na cavidade abdominal, provocando queda de postura e, consequentemente, perdas econômicas.

3 ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA AVES CAIPIRAS: FORRAGEIRAS NATIVAS

Como visto, uma forma de reduzir os custos de arraçoamento sem prejuízo ao desempenho das aves é substituir parte da ração convencional por alimentos alternativos.

As matérias-primas alternativas apresentam grande amplitude em sua composição e valor nutricional, em função da origem e do tipo de processamento, além da variedade genética das plantas. Vários são os fatores que interferem na utilização de matérias-primas alternativas nas dietas avícolas, dentre os quais podemos destacar:

- Disponibilidade (quantidade disponível para otimizar o processo produtivo);
- Custo e inter-relação com as demais matérias-primas;
- Logística de transporte e armazenagem;

- Densidade e forma física;
- N**íveis nutricionais das rações;**
- Presença de fatores antinutricionais;
- Palatabilidade;
- N**ível de fibra** (polissacarídeos não amiláceos) elevado, diminuindo a digestibilidade dos nutrientes e o nível de energia do ingrediente;

Torna-se, então, importante a avaliação prévia do alimento que se deseja introduzir na dieta das aves para que esse não venha a provocar prejuízos ao invés de benefícios, considerando ainda que a escolha do alimento alternativo a ser utilizado, geralmente, está relacionada com a sua disponibilidade na região e com o baixo custo de aquisição ou de produção.

A caatinga é a vegetação predominante no semiárido nordestino e apresenta uma biodiversidade de recursos naturais, representando grande potencial no desenvolvimento agropecuário. No entanto, a pecuária das regiões do semiárido enfrenta um grande desafio com relação à produção de alimentos para o rebanho, principalmente, devido à variabilidade e incertezas climáticas tornando a cultura de forrageiras uma atividade de alto risco, além de competir com a agricultura tradicional. Em função dos conhecimentos acumulados, conceitos estabelecidos e de análises técnicas, econômicas e sociais, avalia-se que a melhoria da produção pecuária via utilização dos recursos forrageiros nativos pode ser instrumento eficaz para combater o processo de empobrecimento da região.

As principais forrageiras estudadas e utilizadas na alimentação animal nessa região são a maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*), a jureminha (*Desmanthus virgatus*), o feijão-bravo (*Capparis flexuosa*), a flor-de-seda ou algodão-de-seda *(Calotropis procera* SW) e o mata-pasto liso (*Senna obtusifolia L. Irvin e Barneby*), principalmente, pela capacidade que estas espécies têm de adaptar-se a condições climáticas adversas em determinadas épocas do ano.

Estas forrageiras vêm sendo utilizadas na alimentação de ruminantes, porém, devido ao seu potencial de produção na região semiárida têm sido desenvolvidos estudos para avaliar sua utilização na alimentação de aves caipiras. O grande inconveniente dessas forrageiras na alimentação de aves é o alto teor de fibras e a presença de fatores antinutricionais identificados e não identificados ainda, necessitando, portanto de pesquisas que determinem a composição dessas forrageiras, sua digestibilidade e a viabilidade de

utilização como ingrediente alternativo na composição das dietas de frangos e galinhas caipiras.

Com relação à aceitação pelos animais, Soares (1995) considera a maniçoba como uma forrageira de grande palatabilidade por ser bastante consumida durante o pastejo. Além disso, consta de razoável teor de proteína e também tem boa digestibilidade. Análises químicas bromatológicas de amostras de folhas e ramos tenros como alimento para caprinos e ovinos encontraram valores com base de matéria seca (MS) de 20,8% de proteína bruta (PB); 8,3% de extrato etéreo (EE); 13,9% de fibra bruta (FB); 49,9% de extrato não nitrogenado (ENN); 6,8% de cinzas; e 62,3% de digestibilidade. Por sua vez, Vasconcelos (1999) encontrou valores de composição da maniçoba: 92,9% de MS, 11,8% de PB, 48,0% de fibra em detergente neutro (FDN), 28,6% de fibra em detergente ácido (FDA), 18,5% de celulose, 9,0% de lignina, 5,8% de EE, 0,9% de tanino, 7,9% de cinzas.

O valor forrageiro da jureminha foi estudado por vários pesquisadores. Kharat et al. (1980) obtiveram valores de 35,80; 93,05; 7,02; 53,18 e 41,55%, respectivamente, para MS, matéria orgânica (MO), cinzas, FDN e FDA. Estudando a caracterização químico-bromatológica da jureminha no Brejo Paraibano, Figueiredo et al. (2000b) obtiveram valores de MS, PB, MO, MM, FDN e FDA de 31,79; 17,00; 92,52; 7,47; 36,01 e 28,98 % para 395 dias de crescimento e de 27,72; 20,20; 92,65; 7,38; 40,28 e 26,67% para 72 dias de rebrota, demonstrando assim características que lhe qualificam com uma planta forrageira com potencial produtivo, em especial para o semiárido.

A flor-de-seda possui elevado teor de proteína variando de 13,6 a 19,4 % (OLIVEIRA, 2002; ABBAS, 1992) e, aliado à alta digestibilidade, promete ser uma alternativa na suplementação de proteína e carboidratos para a alimentação animal em nossa região, considerando sua disponibilidade e frequência populacional nas condições específicas da região do semiárido (LIMA et al., 2005).

Abbas et al. (1992) encontraram teores de MS e PB equivalente a 94,6 e 19,4%, respectivamente, no feno de flor-de-seda, confirmando o excelente valor nutritivo desta forrageira, o que permite sua utilização como alternativa na suplementação proteica/energética no semiárido.

Kumar et al. (2001), avaliando as propriedades farmacológicas do látex de *Calotropis procera* SW, confirmaram a existência de propriedades anti-inflamatórias, antifebris e analgésicas. Shivkar e Kumar (2003) afirmaram haver também propriedade anti-helmíntica. Mello et al. (2000), analisando

galhos e folhas de Calotropis procera SW em estudos fitoquímicos e sua utilização na alimentação, detectaram substâncias ativas como: glicosídeos cardiotônicos, glicosídeos flavônicos, triterpenos, esteroides e polifenóis. Esses autores confirmaram, no entanto, que as plantas desidratadas e picadas não apresentam toxidez, pois, após a dessecação, ocorre perda ou volatização de algumas substâncias ativas, tornando-a menos tóxica.

Vaz et al. (1998) verificaram em fenos de flor-de-seda teores de 29,55% de FDN, 21,03% de FDA, 8,54% de hemicelulose, 11,13% de celulose e 21,23% de PB. Oliveira (2002) encontrou nesta mesma espécie percentuais iguais a 14,30; 14,00; 31,53 e 18,24% de PB, cinzas, FDN e FDA, respectivamente.

Segundo Farias (2008), entre as diversas espécies arbustivas e subarbustivas que merecem destaque na caatinga, está o mata-pasto liso (*Senna obtusifolia L. Irvin e Barneby*), A alta palatabilidade das plantas secas indica que o mata-pasto pode ser utilizado também como feno para diminuir a carência alimentar dos animais no período da estiagem. É uma espécie forrageira de porte médio com folhas trifoliadas, com ciclo de vida de aproximadamente 135 dias, que se desenvolve em muitas áreas da região semiárida brasileira. Essa forragem quando verde não é palatável pelos bovinos, caprinos e ovinos, por apresentar um valor elevado de ácido p-cumárico, deixando suas propriedades com sabor amargo e cheiro desagradável sendo então, desprezada. Fenada, porém, constitui um alimento rico em proteína, o mesmo acontecendo com as vagens.

As análises da composição química foram estudadas por Sousa et al. (2004) que encontraram valores para MS, matéria orgânica, PB, FDN, FDA, EE, energia bruta e lignina foram respectivamente: 88,22 e 88,59%, 92,95 e 91,32%, 10,70 e 11,95%, 43,02 e 41,95%, 34,18 e 34,0%, 1,41 e 1,31%, 4,29 e 4,24 Mcal/kg de MS e 3,95 e 7,13%, para os fenos de mata pasto "liso" e mata pasto "peludo".

Nascimento et al. (2001) observaram que nas folhas de mata-pasto, os percentuais de PB, cálcio e fósforo, foram de 28,63%, 1,33% e 0,28%, respectivamente, aos 30 dias de idade das plantas. Estes valores alteraram-se para 11,75%, 3,07% e 0,16%, respectivamente, aos 180 dias. Encontraram também no material *in natura*, variação de acordo com a idade do corte 1,20 a 0,67% de Ca e 0,25 a 0,14% P, na planta inteira e de 1,33 a 3,07% de Ca e 0,16 a 0,28% de P, analisando somente as folhas.

3.1 Valor nutricional das forrageiras nativas para aves

Na formulação de dietas é imprescindível o conhecimento dos componentes nutritivos e da energia metabolizável de cada ingrediente que será utilizado na dieta, uma vez que se a dieta estiver desbalanceada poderá causar um aumento no consumo de ração, baixo ganho de peso, pior conversão alimentar e, consequentemente, maior custo de produção. Por outro lado, existem fatores que interferem na concentração de nutrientes dos ingredientes, que são a fertilidade do solo, clima, cultivar da planta, armazenamento, amostragem, tipos de processamento e substâncias antinutricionais, entre outros.

O principal aspecto para a formulação de dietas é a determinação da energia metabolizável, pois, a partir dos valores energéticos, é estimado o nível de inclusão do alimento às dietas. A formulação correta de dietas balanceadas é fundamental, pois possibilita o suprimento das exigências nutricionais dos animais, permitindo que expresse ao máximo seu potencial genético.

A energia metabolizável é a melhor forma de expressar a energia disponível para as aves. Com o objetivo de se determinar a composição química e os valores energéticos dos fenos de maniçoba, jureminha e feijão-bravo, um ensaio de digestibilidade foi conduzido por Costa et al. (2007), na Universidade Federal da Paraíba, utilizando pontos de corte de 17 a 27 dias de idade, com os fenos substituindo a dieta referência em 15 e 30%. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Valores de matéria seca (MS), fibra bruta (FB), nitrogênio (N), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) dos fenos

Feno	MS (%)	FB (%)	N (%)	Cinza (%)	PB (%)	EB (kcal/kg)
Jureminha (*Desmanthus virgatus*)	84,77	37,29	1,78	4,57	11,13	4390
Feijão Bravo(*Capparis flexuosa*)	86,73	37,10	2,61	7,08	16,28	4542
Maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*)	86,29	17,83	2,88	9,73	18,03	4390

Fonte: elaborada pelos autores.

Tabela 3 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA) dos fenos (com base na matéria seca)

Alimento	Substituição (%)		Média
	15	30	
Jureminha	3205	2678	2941 a
Feijão-bravo	2990	2875	2932 a
Maniçoba	2798	2277	2502 b
Média	2997 a	2609 b	
CV	5,26		

Fonte: elaborada pelos autores.

Os valores de MS e PB do feno de jureminha foram próximos e o de cinzas, um pouco superior (7,17%) aos encontrados por Figueiredo et al. (2000b), de 84,07 e 12,42%, respectivamente, no feno processado desta forrageira – no experimento realizado por esses autores, o corte das plantas foi feito aos 395 dias de crescimento.

No feno de feijão-bravo, os valores de FB (37,10%), PB (16,28%) e cinzas (92,92%) foram superiores aos determinados por Araújo et al. (2000), de 31,92; 12,5 e 90,22%. O teor de MS (92,8%), no entanto, foi inferior ao determinado por esses autores (86,77%).

Estudando a composição química do feno de maniçoba, Barros et al. (1990) encontraram 93,30% de MS e 12,00% de PB, enquanto Salviano e Nunes (1991) registraram valores de 13,52; 16,52 e 8,40% para PB, FB e cinzas, respectivamente. Araújo et al. (1996) obtiveram valores de 89,99% de MS, 9,26% de PB e 28,13% de FB. Essas diferenças na composição química dos fenos podem estar relacionadas ao local de colheita da planta e à idade de corte e às partes da planta utilizadas para confecção do feno.

A inclusão dos fenos de forrageiras nativas nas dietas-teste, principalmente os fenos de jureminha e feijão-bravo, refletiu no consumo de alimento pelos animais, que diminuiu à medida que aumentou o nível de inclusão desses fenos nas dietas.

Os níveis de energia metabolizável aparente (EMA) em kcal/kg de matéria natural dos fenos de jureminha, feijão-bravo e maniçoba foram 3.205, 2.990 e 2.728, no nível de 15% de substituição e de 2.678, 2.875 e 2.277, com substituição de 30% da dieta-referência.

Esses valores evidenciam a influência do nível de substituição da dieta-referência pelos alimentos alternativos sobre os valores de EMA da dieta.

Os fenos de jureminha e feijão-bravo apresentaram valores de EMA superiores aos do feno de maniçoba.

Os diferentes valores de EMA dos ingredientes entre os tratamentos também podem estar relacionados às diferenças na composição química, na granulometria e no nível de inclusão do alimento, que refletem no tempo de passagem do alimento no trato gastrointestinal, determinando melhor aproveitamento da energia proveniente da fibra na dieta, o que pode estar relacionado ao maior tamanho relativo do ceco, resultando em maior digestibilidade da fibra.

3.2 Resultados de desempenho e econômicos da utilização de forrageiras nativas na alimentação de aves caipiras

Foram realizados três experimentos na Unidade de Pesquisa da Estação Experimental de São João do Cariri, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, município de São João do Cariri/PB, com o apoio do Banco do Nordeste através do Edital Etene/Fundeci. Em cada experimento, foram utilizados 160 frangos tipo caipira com 28 dias de idade, sendo que no primeiro experimento foram utilizadas aves da linhagem Pescoço Pelado e no segundo e terceiro aves da linhagem Paraíso Pedrês. Os pesos iniciais foram 589,7 ± 12,3; 642,7g ± 25,1 e 638,6 ± 26,3 g, para os experimentos com os fenos de maniçoba, jureminha e feijão bravo, respectivamente.

As aves foram pesadas e distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, sendo quatro repetições constituídas por 10 aves (cinco machos e cinco fêmeas) por unidade experimental. Os tratamentos consistiram na substituição de 0, 5, 10 e 15% da ração basal pelos fenos de maniçoba, jureminha e feijão-bravo (Experimentos 1, 2 e 3 respectivamente). A ração basal, à base de milho e farelo de soja, foi formulada de acordo com Rostagno et al. (2005).

As aves foram alojadas em piquetes com 60 m^2, feito de tela de arame de 1,8m, possuindo uma área de alvenaria com cobertura, medindo 4,0 m^2, equipada com comedouro e bebedouro do tipo pendular.

O desempenho das aves alimentadas com diferentes níveis de substituição da ração convencional por feno de maniçoba estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Desempenho de frangos de corte tipo caipira de acordo com os níveis de substituição de feno de maniçoba na dieta

Feno de maniçoba (%)	Consumo de ração (g/ave)	Peso final (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar
0	4.527,2	1.896,7	1.336,2	3,40
5	4.600,0	1.877,5	1.277,5	3,62
10	4.612,0	1.850,5	1.259,5	3,67
15	4.696,6	1.802,0	1.212,2	3,88
Média	4.609,0	1.856,7	1.271,3	3,64
Regressão	L**	ns	ns	ns
CV	1,20	5,27	6,86	5,80

Fonte: elaborada pelos autores.
Notas: L** Efeito linear a 1% de probabilidade. (NS) Não significativo.

Não houve efeito dos tratamentos em relação ao peso final, ganho de peso e conversão alimentar. O consumo de ração aumentou com o aumento dos níveis de substituição da ração pelo feno de maniçoba. Utilizando os valores de FB e EMAn da dieta basal e do feno de maniçoba, pode-se verificar um aumento da FB da dieta de 0,74% e uma redução na EMAn de 45,6 kcal/kg a cada nível de substituição. O aumento do consumo de ração pode, portanto, ser justificado por esta redução na EMAn da dieta, visto que as aves ajustam o consumo de ração de acordo com suas necessidades energéticas.

Não houve efeito dos tratamentos sobre os pesos da coxa, sobrecoxa, peito, gordura abdominal, coração e fígado. Entretanto, os pesos absoluto e relativo da moela aumentaram com o aumento dos níveis de feno de maniçoba na dieta. Este aumento do tamanho da moela provavelmente ocorreu pelo maior conteúdo de FB da dieta.

Na Tabela 5 encontram-se os preços por quilograma de ração, custo de arraçoamento, peso final da ave, renda bruta por ave e margem bruta relativa da produção de frangos tipo caipira, com a substituição parcial da ração pelo feno de maniçoba.

A substituição da ração pelo feno de maniçoba reduziu o custo por quilograma de ração, e, apesar do aumento do consumo de ração pelas aves, o custo de arraçoamento também foi reduzido. Embora o peso final das aves não tenha sido influenciado estatisticamente pelos níveis de substituição do feno, numericamente, houve uma redução, resultando em menor renda bruta (R$ 9,48; R$ 9,38; R$9,25 e R$ 9,01), com uma redução de R$ 0,47

por ave produzida quando se utiliza 15% de substituição da ração por feno de maniçoba. A margem bruta relativa também reduziu a 99, 99 e 96% da obtida com a ração basal, com os níveis de 5, 10 e 15% de substituição, respectivamente.

Portanto, a decisão pela utilização do feno de maniçoba passa a ser econômica, e fatores como a disponibilidade da maniçoba na propriedade e o comportamento dos preços do milho e do farelo de soja na região serão importantes para fundamentar esta decisão.

Tabela 5 – Avaliação econômica da utilização do feno de maniçoba na dieta de frangos tipo caipira

Feno de maniçoba (%)	Preço da ração (R$/kg)	Custo do arraçoamento (R$/ave)	Renda bruta (R$/ave)	Margem bruta relativa (%)
0	0,56	2,54	9,48	100
5	0,54	2,47	9,38	99
10	0,51	2,37	9,25	99
15	0,49	2,31	9,01	96

Fonte: elaborada pelos autores.

A Tabela 6 apresenta os efeitos da substituição da ração pelo feno de jureminha sobre os parâmetros produtivos dos frangos caipiras.

Tabela 6 – Desempenho de frangos de corte tipo caipira de acordo com os níveis de substituição de feno de jureminha na dieta

Feno de jureminha (%)	Consumo de ração (g/ave)	Peso final (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar
0	6.132,1	2.177,8	1.526,0	4,12
5	6.105,1	2.246,8	1.592,5	3,84
10	6.102,1	2.096,0	1.440,5	4,26
15	6.099,7	2.187,3	1.544,5	3,96
Média	6.109,7	2.176,9	1.525,9	4,04
Regressão	L**	ns	ns	ns
CV	0,13	8,14	10,95	11,01

Fonte: elaborada pelos autores.
Notas: L** Efeito linear a 1% de probabilidade. ns Não significativo.

Não houve efeito significativo entre os tratamentos em relação ao peso final, ganho de peso e conversão alimentar. Porém, o consumo de ração diminuiu com o aumento dos níveis de feno de jureminha. Utilizando os valores de FB e EMAn da dieta basal e do feno de jureminha, pode-se verificar um aumento da FB da dieta de 1,7% e uma redução na EMAn de 23 kcal/kg a cada nível de substituição, portanto, como a ração basal continha 2,99 de FB o último nível de substituição avaliado ficou com cerca de 8,13% de FB. Este aumento do conteúdo de FB, mais expressivo que o observado com o feno de maniçoba, em que o último nível de substituição do feno resultou em uma dieta com somente 5,2% de FB. Provavelmente, o maior teor de FB foi responsável pela redução no consumo de ração, em função da fibra aumentar o volume da digesta e causar sensação de saciedade.

Em relação às características de carcaça, os resultados da utilização do feno de jureminha foram semelhantes ao de maniçoba, em que somente foi observado aumento no peso relativo e absoluto da moela, em função do aumento do teor de FB com o aumento da percentagem de feno nas dietas.

Na Tabela 7 encontram-se os preço por quilograma de ração, custo de arraçoamento, peso final da ave, renda bruta por ave e margem bruta relativa da produção de frangos tipo caipira, com a substituição parcial da ração pelo feno de jureminha.

Tabela 7 – Avaliação econômica da utilização do feno de jureminha na dieta de frangos tipo caipira

Feno de jureminha (%)	Preço da ração (R$/kg)	Custo do arraçoamento (R$/ave)	Renda Bruta (R$/ave)	Margem bruta (%)
0	0,56	3,43	10,88	100
5	0,54	3,28	11,23	107
10	0,51	3,14	10,48	99
15	0,49	2,99	10,93	107

Fonte: elaborada pelos autores.

A substituição da ração pelo feno de jureminha reduziu o custo por quilograma de ração, e, juntamente com a redução do consumo de ração pelas aves, o custo de arraçoamento também foi reduzido. Houve um ligeiro aumento da renda bruta, sendo o maior valor observado (R$ 11,23) com a substituição da ração por 5% de feno de jureminha, significando um aumento de R$ 0,35 por ave produzida. Porém, como o custo de arraçoa-

mento reduziu com o aumento dos níveis de substituição, esta redução foi refletida na melhoria da margem bruta relativa, sendo que quando se utilizou 5 ou 15% de substituição da ração pelo feno de jureminha obteve-se uma margem bruta relativa de 107%.

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados de desempenho dos frangos caipiras alimentados com dietas com diferentes níveis de substituição da ração convencional por feno de feijão bravo.

Tabela 8 – Desempenho de frangos de corte tipo caipira de acordo com os níveis de substituição de feno de feijão-bravo na dieta

Feno de feijão bravo (%)	Consumo de ração (g/ave)	Peso final (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar
0	6.138,8	2.183,2	1.544,2	3,97
5	6.111,3	2.194,8	1.555,8	3,93
10	6.105,2	2.136,6	1.497,6	4,08
15	6.098,6	2.196,8	1.557,8	3,92
Média	6.113,5	2.177,9	1.538,9	3,97
Regressão	L**	ns	ns	ns
CV	1,19	5,68	6,32	7,08

Fonte: elaborada pelos autores.
Notas: L** Efeito linear a 1% de probabilidade. ns Não significativo

Não houve efeito significativo entre os tratamentos em relação ao peso final, ganho de peso e conversão alimentar. Porém, o consumo de ração diminuiu com o aumento da substituição da ração pelo feno de feijão-bravo, de forma semelhante ao que ocorreu no experimento com o feno de jureminha. Da mesma forma, não houve efeito significativo dos níveis de inclusão de feno de feijão-bravo sobre os pesos da coxa, sobrecoxa, peito, gordura abdominal, coração e fígado, sendo que somente a moela teve o peso aumentado com o aumento dos níveis de feno.

A substituição da ração pelo feno de feijão bravo reduziu o custo por quilograma de ração, e, juntamente com a redução do consumo de ração pelas aves, o custo de arraçoamento também foi reduzido (Tabela 9). Houve um ligeiro aumento da renda bruta, sendo o maior valor observado (R$ 10,98) com a substituição da ração por 15% de feno de feijão-bravo, significando um aumento de R$ 0,06 por ave produzida. Porém, como o custo de arraçoamento reduziu com o aumento dos níveis de substituição, esta redu-

ção foi refletida na melhoria da margem bruta relativa, sendo que, quando se utilizou 15% de substituição da ração pelo feno de feijão-bravo, obteve-se uma margem bruta relativa de 106%.

Tabela 9 – Avaliação econômica da utilização do feno de feijão-bravo na dieta de frangos tipo caipira

Feno de feijão bravo (%)	Preço da ração (R$/kg)	Custo do arraçoamento (R$/ave)	Renda Bruta (R$/ave)	Margem bruta (%)
0	0,56	3,44	10,92	100
5	0,54	3,30	10,97	103
10	0,51	3,11	10,68	99
15	0,49	2,99	10,98	106

Fonte: elaborada pelos autores.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que os fenos de maniçoba, jureminha e feijão-bravo não afetaram negativamente o ganho de peso e a conversão alimentar dos frangos tipo caipira, podendo ser utilizados na dieta das aves em substituição parcial da ração convencional.

Com base na margem bruta relativa, recomenda-se a substituição da ração por 10% de feno de maniçoba e 15% de fenos de jureminha e feijão bravo.

Sugerem-se estudos para a identificação de possíveis fatores antinutricionais destes fenos e formas de inativá-los, bem como a continuidade da avaliação de novas forrageiras com potencial de produção e utilização na alimentação animal no Semiárido Nordestino.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avicultura alternativa vem crescendo no Brasil nos últimos anos por consequência da busca de produtos diferenciados e, principalmente, por este sistema de criação ser favorável aos pequenos criadores ou a moradores de áreas rurais como forma de melhorar a nutrição das famílias rurais e diversificar a produção na agricultura familiar.

No entanto, para que a produção de aves caipiras seja rentável, mudanças no sistema de produção têm que ser adotadas, como a utilização de

linhagens de aves melhoradas, adoção de técnicas de manejo apropriadas e uma boa alimentação, que permita às aves expressarem seu potencial genético.

Do ponto de vista econômico, a alimentação é um fator de grande importância, não somente porque dela depende um bom desempenho produtivo das aves, mas, sobretudo, porque representa boa parte dos custos da atividade. Dessa forma, estabelece-se a procura de matérias-primas ditas alternativas que minimizem o custo de tais rações, sem, no entanto, prejudicar o desempenho das aves.

O Semiárido Nordestino apresenta grande biodiversidade de recursos naturais representando grande potencial no desenvolvimento agropecuário. No entanto, a pecuária das regiões do semiárido enfrenta um grande desafio com relação à produção de alimentos para o rebanho, principalmente, devido à variabilidade e incertezas climáticas tornando a cultura de forrageiras uma atividade de alto risco, além de competir com a agricultura tradicional. Em função dos conhecimentos acumulados, conceitos estabelecidos e de análises técnicas, econômicas e sociais, avalia-se que a melhoria da produção pecuária via utilização dos recursos forrageiros nativos pode ser instrumento eficaz para combater o processo de empobrecimento da região.

Cabe, portanto, às instituições de pesquisa, o estudo de fontes alimentares alternativas, de baixo custo e fácil aquisição e utilização na alimentação das aves pelo sertanejo. Nesse sentido, a produção de aves no sistema caipira com a utilização de forrageiras nativas na alimentação vem a contribuir sobremaneira para a tentativa de inclusão social de uma parte da população que ainda vive à margem de quaisquer processos sociais, políticos e econômicos.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste do Brasil – BNB, pelo apoio financeiro ao projeto através do Fundeci/Etene.

REFERÊNCIAS

ABBAS, B. A. E.; TAYEB, E.; SULLEIMAN, Y.R. *Calotropis procera*: feed potential for arid zones. **Vet. Rec.**, v. 131, p. 132, 1992.

ALBINO, L. F. T.; VARGAS JÚNIOR, J. G.; SILVA, J. H. V. Criação de frango e galinha caipira: **Avicultura Alternativa**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, v. 1, 2001.

ARAÚJO, E. C.; VIEIRA, M. E. Q.; CARDOSO, G. A. C. Valor nutritivo e consumo voluntário de forrageiras nativas da região semiárida do estado de Pernambuco. VI - Feijão-bravo (*Capparis flexuosa*, L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 257-259.

ARAÚJO, G. G. L.; CAVALCANTI, J. Potencial de utilização da maniçoba. In: SIMPÓSIO PARAIBANO DE ZOOTECNIA, 2., 2002, Areia. **Anais...**, Areia: Simpósio Paraibano de Zootecnia/ Gmosis, 2002. (CD--ROM).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 7**, de 17 de maio de 1999a. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial União, Brasília, DF, 19 maio 1999. Seção 1, p. 11-14, 1999a. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 18 set. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício Circular DOI/ Dipoa n° 7**, de 19 maio de 1999b. Dispõe sobre as normas para frango caipira e produção de ovos caipira. Brasília, DF. 1999b. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 18 set. 2009.

COELHO, A. A. D., SAVINO, V. J. M. **Criação e manejo do frango feliz**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Esalq-USP. Folder, s.d.

COSTA, F. G. P.; OLIVEIRA, C. F. S.; BARROS, L. R.; SILVA, E. L.; LIMA NETO, R. C.; SILVA, J. H. V. Valores energéticos e composição bromatológica dos fenos de jureminha, feijão-bravo e maniçoba para aves. **R. Bras. Zootec.**, v. 36, n. 4, p. 813-817, 2007.

DEMATTÊ FILHO, L. C.; MENDES, C. M. I. Viabilidade técnica e econômica na criação alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA APÍCOLAS, **Anais...**, Campinas: Facta, 2001. p. 255-266.

EMBRAPA, 2006. Validação do sistema alternativo de criação de galinha caipira. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AgriculturaFamiliar/ RegiaoMeioNorteBrasil/GalinhaCaipira/index.htm>. Acesso em: 13 out. 2006.

EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa agropecuária suínos e aves. **Boletim Técnico** Concórdia, SC, 2000.

FARIAS, A. F. F. ; DANTAS, J. P. ; SILVA, E. E. P. Determinação de proteína bruta, fósforo e potássio em períodos equidistantes de coleta, nas porções morfológicas do mata-pasto (Cássia tora, Linn). In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 60, 2008, Campinas - SP. **Anais...**, Campinas: Energia Ambiente Tecnologia, 2008.

FIGUEIREDO, E. A. P. Diferentes denominações e classificação brasileira de produção alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA – APINCO, 2001, Campinas. **Anais...**, Campinas: Apinco, 2001, p. 209-222.

FIGUEIREDO, E. A. P.; AVILA, V. S.; ROSA, P. S.; JAENISCH, FRF.; PAIVA, D. P. **Criação dos Frangos de corte coloniais Embrapa 041**. Instrução Técnica para o Avicultor, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Concórdia, n. 20, p. 1-2, 2000a.

FIGUEIREDO, M. V.; GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E. C. Avaliação da composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* do feno de *Desmanthus virgatus*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...**,Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000b.

GESSULI, O.P. **Avicultura alternativa**. Caipira. Gessuli. Porto Feliz: SP, 1999.

KHARAT, S. T; PRASAD, V. J; SOBALES, B. N; SANE, N. S. JOSHI, A. L; RANGNEKAR, D. V. Note on comparative evaluation of Leucaena leucocephala, Desmanthus virgatus and Medic ago sativa for cattle. **Indian J. Anim. Sci. Maharashtra.** v. 50, p. 638-639, 1980.

KUMAR, S.; DEWAN, S.; SANGRAULA, H. et al. Anti-diarrhoeal activity of the látex of Calotropis procera. **Journal Ethnopharmacology**, v. 76, p. 115-118, 2001.

LIMA, A. B.; SILVA, A. M. A.; MEDEIROS, A. N. Estudos preliminares da *Calotropis procera* S. W. na dieta de ovino. **Agrop. Cient . Semi-Árido**, v. 1, p. 15-24, 2005.

NASCIMENTO, H. T. S.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; RIBEIRO, V. Q. **Valor nutritivo do mata-pasto (*Senna obtusifolia (L) H. S. Irwin e Barneby*) em diferentes idades**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 33. Teresina: Embrapa – Meio Norte, 2001.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1994.

OLIVEIRA, V. M. de. **Estimativa da biomassa de Calotropis procera (Ait) R. Br. e determinação de sua composição química nos municípios de Patos e Santa Luzia-PB**. 2002. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia/PB. 2002.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais,** Viçosa: UFV, 2000.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Editora UFV, Viçosa, 2005.

SALVIANO, L. M. C; NUNES, M. C. F. **Considerações sobre o valor forrageiro e a toxidez da maniçoba**. Comunicado Técnico. Petrolina, PE, Embrapa-CPAISA, p.1-4, 1988.

SHIVKAR, Y. M; KUMAR, V. L. Anthelmintic activity of the latex of Calotropis procera. **Biology Pharmaceutical**, v. 41, p. 263-265, 2003.

SILVA, R. D. de M.; NAKANO, M. **Sistema caipira de criação de galinhas**. 3.ed. Piracicaba, 2001.

SOARES, J. G. G. **Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semiárido brasileiro**. Comunicado Técnico, n. 59. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1995.

SOUSA, H. M. H. **Avaliação do mata-pasto (*Senna obtusifolia* L. Irwin e Barneby e *Senna uniflora* (P. Miller) Irwin e Barneby) para a alimentação de caprinos.** 2004. 55f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia/PB, 2004.

VASCONCELOS, M. A. **Composição química e degradabilidade do feno da maniçoba** (Manihot epruinosa Pax e Hoffmann) **em ovinos.** 70p. Dissertação (Mestrado). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1999.

VAZ, I. D.; LOGULLO, C.; SORGINE, M. Immunization of bovines with an aspartic proteinase precursor isolated from Boophilus microplus eggs. **Vet. Immunol. Immunop.**, v. 66, n. 3-4, p. 331-341, 1998.

Tema 4

Espécies vegetais alimentares

Capítulo 1

Espécies frutíferas nativas ou introduzidas em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro

Francisco Pinheiro de Araújo
Manoel Abílio de Queiroz
Visêldo Ribeiro de Oliveira

1 INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal da região semiárida é caracterizada por formações naturais do tipo caatinga, que ocupa a maior parte da zona seca do Nordeste. As espécies vegetais do bioma Caatinga estão sendo mais conhecidas e atualmente já foram registradas cerca de 1.512 espécies (GIULIETTI et al., 2006) e dentre elas, muitas apresentam grande importância atual ou potencial e como tal, são recursos genéticos (GIACOMETTI, 1993).

Nesse bioma, dentre os recursos genéticos vegetais existentes, podem ser encontradas várias espécies frutíferas que são importantes fontes de alimentos para populações rurais no Nordeste brasileiro. Os estudos com fruteiras nativas no Semiárido são pouco comuns e, quando existem, quase sempre têm aproveitamento de forma extrativista. Entretanto, alguns trabalhos desenvolvidos ou em desenvolvimento pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (Embrapa e Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária), com o apoio do conhecimento acumulado pela vivência das

populações locais, tem direcionado esforços para a avaliação do potencial das espécies nativas ou de ocorrência espontânea.

No entanto, essas espécies silvestres vêm sofrendo alterações genéticas irreversíveis e estão ameaçadas, pois a fragmentação de habitats tem ocasionado, de forma direta ou indireta, perda da diversidade genética na região. As causas dessas perdas, atuando em conjunto ou isoladamente, relatadas por Queiroz et al. (1993), são a formação de pastagens, a implantação de projetos de irrigação, a produção de energia para atividades diversas e as queimadas. Outra causa de pressão sobre as espécies silvestres é a pecuária extensiva praticada na região, que tem dificultado o estabelecimento de novos indivíduos e a permanência das plantas adultas nas populações naturais.

Considerando a valorização regional das frutíferas nativas nos diversos ecossistemas da região Nordeste, principalmente, do bioma caatinga, esse fato, torna-se o mais recente modelo para a pesquisa em recursos naturais, pois, a partir do conhecimento e preservação, com apoio de órgãos de financiamento, pode-se estimular novos conhecimentos e tecnologias para a agricultura dependente de chuva, com novos produtos, igualmente importantes ou potencialmente promissores, que, se manejados de forma adequada, passam a ser alternativas para o desenvolvimento sustentável dessa região.

A existência de grande variedade de plantas frutíferas de ocorrência no bioma caatinga de sabores exóticos, de grande apelo entre as principais tendências atuais de consumo de produtos naturais, sugere o cultivo em escala comercial de algumas espécies. Além das nativas, existem várias outras frutíferas que foram introduzidas e se encontram em desenvolvimento sob condições de sequeiro como a mangueira, o tamarindo, a fruta-pão, entre outras espécies.

Porém, quando se pretende explorar essas espécies, dentro do enfoque de recursos genéticos vegetais, algumas etapas devem ser obedecidas, tais como: coleta, caracterização, avaliação e conservação das mesmas, principalmente, aquelas que apresentam potencial econômico e que já estão integradas ao extrativismo.

Algumas dessas etapas estão sendo desenvolvidas pelo sistema Embrapa em parceria com outras organizações, a exemplo da Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coopercuc) com as espécies nativas de importância regional.

Com base nessas informações, as espécies frutíferas provenientes do extrativismo, se cultivadas em escala comercial, poderão ser opções de exploração, a exemplo do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda.), maracujá do mato *(Passiflora cincinnata* Mast.), goiabinha (*Psidium* ssp.) e araticum (*Annona* ssp.).

Das espécies citadas, o umbuzeiro é a frutífera de maior importância para o Semiárido do Nordeste. Além do uso na alimentação humana e animal é também utilizada como porta-enxerto de outras espécies do mesmo gênero.

Outra espécie de importância regional que tem se destacado é o maracujá do mato representado por várias espécies no semiárido, porém, com destaque para a espécie *Passiflora cincinnata*. A tolerância à seca, o potencial produtivo, a perenidade e a valorização dos frutos isentos de agrotóxicos para industrialização em fábricas caseiras, fazem do maracujá do mato uma importante alternativa de cultivo sustentável para a agricultura familiar em condições de sequeiro.

Mais recentemente, os trabalhos de pesquisa em andamento estão avaliando o maracujá do mato como porta-enxerto de outras espécies do mesmo gênero, buscando a tolerância à seca.

Vale salientar também que outras ações precisam ser tomadas para dar suporte ao desenvolvimento da fruticultura de sequeiro, haja visto que, o Semiárido vem apresentando cenário de destaque como detentor de grandes potencialidades. Assim, para estimular o uso sustentável dos recursos presentes nessa região torna-se essencial uma ação de desenvolvimento. Nesse sentido, a implementação de minifábricas de processamento de frutos das espécies nativas do bioma caatinga tem grande destaque, uma vez que propicia alternativas para que o produtor regional possa agregar valor aos seus produtos e alcançar maiores nichos de mercados.

2 EXPERIÊNCIAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO COM UMBUZEIRO

O umbuzeiro está presente em todo Semiárido, com ocorrência limitada pela Mata Atlântica, pelo Cerrado e pela região pré-amazônica (SANTOS, 1997). Em seu ambiente natural, apresenta densidade de três a cinco plan-

tas por hectare (DRUMOND et al., 1982). Esse número de plantas é bastante reduzido, sendo observado cada vez mais sua diminuição.

O conhecimento acumulado pela vivência das populações locais na busca de alternativas rentáveis, fazem do extrativismo do umbu uma fonte de renda alternativa no período da safra. A Embrapa Semiárido, a Coopercuc e o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (Irpaa) têm apoiado essa iniciativa dos agricultores, fortalecendo a atividade com agregação de valor aos produtos processados na forma de doces, geleias, compotas, suco e polpa, exportando doce cremoso e geleia de umbu, dentre outros produtos, para a França, Áustria e Itália (ARAÚJO, 2010a; ARAÚJO; QUEIROZ, 2010). Outras formas de uso estão sendo avaliadas, a exemplo do umbu desidratado, sorvetes, destinado, principalmente, para merenda escolar (sorvete como alimento), caldas e "mix" com outras frutas poderão diversificar ainda mais os produtos processados.

No entanto, os agricultores obtêm a matéria prima nos umbuzeiros existentes, que são plantas centenárias. Essas plantas são preservadas, ao máximo, pela comunidade de agricultores que veem nelas a principal atividade que poderá auferir uma renda anual durante a colheita dos frutos. Contudo, uma consideração deve ser destacada: o grau de consciência para a conservação dos umbuzeiros já está bem consolidado entre todos os habitantes da comunidade, o que permite grande eficiência na conservação das plantas existentes. Entretanto, os umbuzeiros não conseguem mais deixar descendentes, pois todas as plantas novas são pastejadas, principalmente, pelos caprinos e ovinos. Esse fato mostra que devem ser consideradas estratégias de intervenção do homem para que a conservação dessa espécie possa ser continuada.

2.1 Germoplasma de umbuzeiro em Petrolina/PE

Com relação à conservação do umbuzeiro, Santos (1997) realizou coletas por todo o semiárido para avaliar a dispersão da variabilidade fenotípica, caracterizou 340 árvores em 17 regiões ecogeográficas e implantou uma coleção com sementes de umbuzeiro (Colbase), a qual se encontra armazenada na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em Brasília, em temperatura subzero. Essa coleção tem por objetivo conservar e preservar o germoplasma a longo prazo em câmaras frigoríficas. O autor considerou as informações do IBGE que indicava as regiões de produções extrativas de umbu e plotou essas informações no Mapa do Zoneamento Agroecológico

do Nordeste, encontrando 24 regiões ecogeográficas nas diversas variações do semiárido brasileiro.

A coleção de base é a principal fonte de variabilidade genética da espécie, podendo ser considerada como uma estrutura estratégica e de interesse nacional e poderá ser acionada quando se fizer necessário (VILELA MORALES; VALOIS, 1996).

Para implantação da Colbase, Santos (1997) buscou a ampla variabilidade genética do umbuzeiro existente na região, enquanto para formação do Banco de Germoplasma, Santos et al. (1999) buscaram manifestação fenotípica visível no indivíduo e/ou com potencial para a exploração agronômica da espécie, mantendo-os através da propagação vegetativa pela enxertia de garfagem no topo em fenda cheia. O Banco de Germoplasma de Umbuzeiro, formado por 70 acessos clonados, está localizado na Embrapa Semiárido, Petrolina/PE (SANTOS et al., 1999) e atualmente é composto por 79 indivíduos que apresentam variação de frutos de 4 gramas até 96 gramas.

2.2 Produção de mudas enxertadas com clones selecionados para maior tamanho de frutos

A propagação do umbuzeiro pode ser realizada por sementes ou via vegetativa. A propagação por sementes é recomendada para a produção de porta-enxertos, pela facilidade de formar o xilopódio e, ainda, é utilizada para os estudos básicos de genética (ARAÚJO et al., 2001a). Esses autores observaram que sementes de umbuzeiro armazenadas em câmara fria a uma temperatura de 10ºC, com 40% de umidade relativa por 24 meses, submetidas à escarificação e avaliadas aos 45 dias de sua semeadura, apresentaram 73,6% de emergência, enquanto nas sementes com 12 meses e recém-colhidas, também escarificadas, o percentual de emergência foi de 27,7 e 22,8%, respectivamente. Ainda, segundo esses autores, o período de armazenamento das sementes teve maior influência na germinação do que a escarificação das mesmas.

São inúmeros os benefícios que se obtém quando se faz uso de porta-enxerto, com variadas características desejáveis, como por exemplo, a tolerância às pragas e doenças, resistência à seca ou tolerância aos solos pesados ou úmidos.

Com relação ao umbuzeiro, o mecanismo de defesa da planta contra a limitação ou falta de água está associado, entre outros fatores, os xilopódios, que é fator adaptativo da espécie (SANTOS et al., 2002).

Diante do potencial uso do umbuzeiro como porta-enxerto, Pedrosa et al. (1991), realizaram estudos com esta espécie e recomendaram a enxertia de borbulhia em janela aberta. Para Nascimento et al. (1993) e Nascimento et. al (2000) o processo de enxertia recomendado é a garfagem no topo em fenda cheia e que mudas enxertadas de umbuzeiro e cultivadas em condições de sequeiro, iniciaram a frutificação quatro anos e meio após o transplantio para o campo. Entretanto, esses trabalhos não compararam a eficiência destas técnicas em diferentes épocas do ano e isso pode interferir tanto na eficiência da técnica, quanto na disponibilidade de garfos para produção de mudas. No entanto, a enxertia do umbuzeiro pode ser realizada em qualquer época do ano utilizando-se os métodos de garfagens em fenda cheia e à inglesa simples, independentemente do estádio fenológico da planta matriz (ARAÚJO, 1999; ARAÚJO; CASTRO NETO, 2002). Esses resultados ampliam a época de enxertia, haja vista que, anteriormente a retirada de garfos para realização da enxertia era limitada após o período de dormência vegetativa da planta matriz e, desta maneira, foi colocado à disposição dos viveiristas maior período para coleta de garfos, ampliando a produção e oferta de mudas de umbuzeiro.

Para realização da enxertia é necessário que se tenha disponibilidade de garfos durante todo o ano. Para atender essa demanda, Araújo et al. (2001b) instalaram em fevereiro de 1999 no Campo Experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido um matrizeiro com plantas de Umbu Gigante. Estas plantas estão identificadas como acesso BGU 48 que corresponde a um clone de umbu gigante coletado por Cavalcanti e Queiroz (1992) na região de Irecê/BA.

É interessante relatar que as plantas do matrizeiro foram propagadas vegetativamente através da enxertia e estaquia. De acordo com Araújo et al. (2001b), o matrizeiro instalado em área com irrigação, principalmente as plantas propagadas por estacas, forneceram garfos a partir dos 18 meses e após o terceiro ano, pode produzir até 250 garfos planta matriz/ano.

Visando contribuir para a conservação da espécie, a Embrapa Semiárido no período de 2001 a 2007 produziu e distribuiu 34000 mudas de umbuzeiro enxertadas para os estados do Nordeste. As mudas foram destinadas de acordo com solicitações realizadas pelas Secretarias de Agricultura Estaduais, Organizações Não Governamentais (ONGs), Associações

de Agricultores e Sindicatos Rurais. Foram também atendidas solicitações individuais com numero reduzido de mudas e em alguns casos, essas mudas foram destinadas a outras regiões fora do Nordeste. O Estado da Bahia foi o que recebeu maior quantidade de mudas.

2.3 Enriquecimento da caatinga com plantas de umbuzeiro

Com relação aos umbuzeiros existentes na caatinga usados no extrativismo, esses não conseguem mais deixar descendentes, como já indicado, pois todas as plantas novas são pastejadas, principalmente, pelos caprinos e ovinos. Tal fato mostra que se deve considerar estratégias de intervenção do homem para que a conservação dessa espécie possa ser continuada (ARAÚJO; QUEIROZ, 2010). Em segundo lugar, a densidade natural de plantas de umbuzeiro é relativamente baixa, cerca de quatro plantas, em média (DRUMOND et al., 1982). Todavia, esse processo de diminuição de plantas começa a ser revisto e novos conhecimentos sobre o aumento da densidade de plantas de umbuzeiro em estado natural já estão sendo divulgados (ARAÚJO, 2010b).

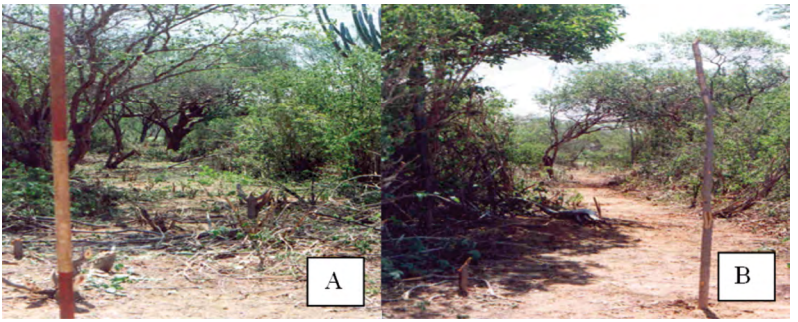
De acordo com Araújo (2010b) e Araújo e Queiroz (2010), o enriquecimento da caatinga com plantas de umbuzeiro em área cercada, poderá aumentar a produção de matéria prima a longo prazo e favorecer forte impacto ambiental na preservação da espécie, minimizando a diminuição das populações de umbuzeiro. De um lado, espera-se que essa atividade seja realizada com razoável facilidade porque já existe, nas comunidades, a sensibilidade para conservação, em especial, do umbuzeiro. Por outro lado, essa atividade se constitui como uma opção de preparar os agricultores para os novos negócios que começam a se organizar em torno da cultura do umbuzeiro. Em vários pontos do sertão nordestino, existem experiências comunitárias incentivadas por organizações não governamentais, instituições públicas de pesquisa e de assistência técnica e extensão rural, que potencializam o surgimento de empreendimentos capazes de criar bases econômicas sólidas para a agricultura familiar nas áreas dependentes de chuva do Nordeste (ARAÚJO; QUEIROZ, 2010).

O enriquecimento da caatinga com plantas de umbuzeiro foi relatado por Araújo et al., (2001c) e teve uma ação mais forte em 2009, quando foram instaladas 29 Unidades localizadas nos municípios de Juazeiro, Uauá e Curaçá no Estado da Bahia e 25 Unidades nos municípios de Petrolina, Ouricuri, Afrânio, Lagoa Grande e Dormentes no Estado de Pernambuco.

As unidades instaladas com o enriquecimento da caatinga já somam mais de 5.000 mudas plantadas.

De acordo com Araújo (2010b), a meta é implantar as mudas em área protegida por cerca a fim de impedir o pastejo dos caprinos e ovinos. Neste espaço, as mudas são cultivadas em trilhas abertas no meio da vegetação nativa distanciadas entre 20 metros entre linhas e 10 metros entre plantas. As trilhas poderão ser abertas, principalmente, no período seco, quando se tratar de caatinga densa, para facilitar a abertura das picadas e, em qualquer período, quando se tratar de caatinga rala. Nesse processo, são retiradas as plantas arbustivas e herbáceas ao longo das trilhas para facilitar a realização do plantio das mudas, não sendo necessária a retirada das plantas de grande porte que estiverem ao longo das trilhas (Figura 1).

Figura 1 – Abertura das trilhas para plantio de umbuzeiros sem destoca (A) e destocada (B) Petrolina/PE (2001)



Fonte: acervo dos autores.

Quanto ao preparo e abertura de covas, as mesmas devem medir 0,40 cm^3. Fazer um coroamento ao redor das covas de pelo menos um metro de cada lado (Figura 2). O plantio das mudas deve ser realizado no início do período das chuvas, preferencialmente, após 30 milímetros. Depois da implantação, deve-se retirar a fita de enxertia e a brotação que surgir abaixo do enxerto. Além disso, recomenda-se realizar um roço nas trilhas, uma vez por ano, para facilitar o desenvolvimento das plantas e maior incidência de luminosidade.

Figura 2 – Detalhe da abertura e espaçamento das covas nas trilhas, Jutaí/ Lagoa Grande/PE (2010)

Fonte: acervo dos autores.

Tem-se observado, onde há ocorrência de tatu peba (*Euphractus sexcinctus*) e tatu comum (*Tolypentis matacus*), uma destruição das mudas implantadas em torno de 30%, uma vez que os animais procuram os xilopódios das mudas para alimentação.

2.4 O uso do umbuzeiro como porta-enxerto de outras espécies do gênero *Spondias*

O gênero *Spondias* é composto por diversas espécies, o umbuzeiro (*S. tuberosa* Arruda), o cajá (*S. mombin* L.), a ceriguela (*S. purpurea* L.), o cajá-manga ou cajarana (*S. cytherea* Sonn.), umbu-cajá e umbuguela (*Spondias* sp.). Todas essas espécies são pertencentes à família Anacardiaceae, que é bastante representativa e de ampla distribuição.

Das espécies citadas o umbuzeiro é a frutífera endêmica do Bioma Caatinga de maior importância para o Nordeste pelo expressivo valor comercial do umbu para o mercado interno e, de forma particular, para industrialização em fábricas familiares, onde esta espécie tem se apresentado

comercialmente como importante alternativa para a região (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2008).

Além do expressivo valor comercial, o umbuzeiro possui mecanismos para se defender da seca, através de sistema radicular especializado, com o desenvolvimento de xilopódios, órgãos importantes para o armazenamento de água (Figura 3).

Figura 3 – Raízes modificadas tipo (xilopódios) em porta-enxerto de umbuzeiro aos cinco meses, Petrolina/PE (2009)

Fonte: acervo dos autores.

Essas estruturas modificadas, os xilopódios, foram estudadas por Cavalcanti et al. (2002). Esses autores observaram a ocorrência de 367 xilopódios por planta com peso médio de 1,92 kg por xilopódio. É interessante ressaltar que os xilopódios possuem reservas nutritivas de cálcio, magnésio, fósforo, potássio, água e outros nutrientes, sugerindo que essas estruturas favorecem a utilização do umbuzeiro como porta-enxerto de outras espécies do mesmo gênero desprovidas de xilopódios.

O estudo sobre o comportamento do umbuzeiro no período seco e chuvoso, foi conduzido por Lima Filho (2001). Esse autor relata que na época seca o equilíbrio hídrico é mantido por essas reservas, associado à baixa densidade foliar e, na época chuvosa, a planta mantém um balanço hídrico interno favorável pelo ajustamento osmótico. Vale lembrar que, mesmo no período das chuvas, quando há alta disponibilidade de água, a condutância estomática apresenta-se alta, sucedendo, assim, um controle eficiente de abertura e fechamento dos estômatos para economia de água (ARAÚJO, 1999; ARAÚJO; CASTRO NETO, 2002).

De acordo com Santos et al. (2002), a utilização do umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias* poderá viabilizar fruticultura competitiva e diversificada em condições de sequeiro. Esses autores verificaram que as plantas aos cinco anos no campo não apresentaram nenhum sinal de incompatibilidade entre as espécies enxertadas de umbuguela, cajá verdadeiro, umbu-cajá, cajá-manga e ceriguela sobre porta-enxerto de umbuzeiro e que as plantas de cajá-manga e ceriguela frutificaram após dois anos. No caso do umbu-cajá as plantas enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro também iniciaram a produção a partir do segundo ano do transplantio para o campo (ARAÚJO et al., 2006b).

Com base nessas informações, a Embrapa Semiárido implantou, em 2010, unidades com as seguintes frutíferas: umbu gigante, cajá verdadeiro, ceriguela, umbuguela, umbu-cajá, cajá-manga, principalmente, nas localidades de índice pluviométrico inferior a 500 mm anuais, nos municípios de Itiúba, São Domingos e Quijingue no estado da Bahia.

Dentro desse mesmo contexto e com as mesmas espécies, está em fase de implantação outras 36 unidades nos municípios de Casa Nova, Remanso, Sento Sé, Pilão Arcado e Sobradinho também no Estado da Bahia.

Das espécies implantadas, o umbu-cajá (Figura 4) pode ser um híbrido de ocorrência natural entre cajá verdadeiro e o umbuzeiro, apesar de não existir estudos que comprovem esta hipótese. Nas condições de Petrolina/PE, estas plantas enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro iniciaram a produção no segundo ano e aos sete anos as plantas avaliadas apresentaram produção média de frutos 18 kg/planta/ano.

Figura 4 – Início de produção de frutos em planta de umbu-cajá sobre porta-enxerto de umbuzeiro em Petrolina/PE (2005)

Fonte: acervo dos autores.

Os frutos do umbu-cajá são encontrados nas mais variadas formas, cores e tamanhos. É possível que essa variação esteja associada às condições edafoclimáticas ou mutações naturais, pois, sua propagação é realizada assexuadamente. Os frutos apresentam potencial de mercado para as indústrias de beneficiamento e processamento, especialmente na forma de polpa, sucos e sorvetes.

No Brasil, o cajá verdadeiro está dispersa pela Mata Atlântica, principalmente na faixa litorânea do Rio Grande do Norte até o sul da Bahia e Amazônia Ocidental (SOUZA, 2008). O cultivo comercial da espécie é limitado pelo alto porte e a longa fase juvenil das plantas provenientes de sementes (SOUZA, 1998). Entretanto, nas condições de Petrolina/PE, plantas enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro apresentam comportamento promissor tanto em relação ao porte, aproximadamente, três metros, quanto ao início de produção dos frutos, que ocorre no terceiro ano (Figura 5).

Figura 5 – Cajazeiro verdadeiro enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro em produção, em Petrolina/PE (2009)

Fonte: acervo dos autores.

Com relação à ceriguela, Donadio et al. (1998) afirmaram que a mesma é originária da América Central e foi disseminada no México, Caribe e em vários países da América do Sul e que não existe cultivo comercial no Brasil, sendo encontrada com grande frequência em quintais de cidades da região semiárida, com destaque para o estado do Ceará, particularmente no Crato, e pomares, de forma isolada.

A propagação da ceriguela é feita por estaquia porque a semente é inviável (SOUZA, 1998). Essa espécie está sendo propagada através da enxertia sobre porta-enxerto de umbuzeiro. Os resultados são bastante animadores, pois, as plantas enxertadas iniciam sua frutificação após dois anos do transplantio para o campo (Figura 6).

Figura 6 – Cerigueleira produzindo no período seco sobre porta-enxerto de umbuzeiro, em Petrolina/PE (2008)

Fonte: acervo dos autores.

O umbuguela é um híbrido de ocorrência natural entre umbuzeiro e ceriguela, e sua multiplicação pode ser realizada através da estaquia e enxertia. Plantas de umbuguela enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro em condições de sequeiro, em Petrolina/PE, iniciaram a produção após seis anos de transplantio para o campo, apesar de apresentar vigoroso desenvolvimento, a produção de frutos, quando comparada às outras *Spondias*, é bastante reduzida. Sua floração ocorre também no período seco cujas flores são róseas em racimos terminais (Figura 7).

Figura 7 – Umbugueleira em floração, enxertada sobre porta-enxerto de umbuzeiro na estação seca, em Petrolina/PE (2010)

Fonte: acervo dos autores.

No período das chuvas a umbuguela (Figura 8) apresenta-se vigorosa e suas folhas assemelham-se às da ceriguela. O número de plantas que ocorrem nas áreas onde estão presentes os umbuzeiros e as ceriguelas é bastante pequeno e talvez isso explique a não existência de comercialização dos frutos de umbuguela. Outra causa é a baixa produção dos frutos ou até mesmo pelo sabor e qualidade que favorecem o autoconsumo, sendo superiores aos frutos do umbuzeiro e da ceriguela.

Figura 8 – Umbugueleira enxertada sobre porta-enxerto de umbuzeiro, período das chuvas, em Petrolina/PE (2010)

Fonte: acervo dos autores.

O cajá-manga ou cajarana encontra-se disseminado pelas regiões tropicais do globo. No Brasil é cultivado em alguns quintais e pomares, de forma isolada nas regiões Nordeste e Sudeste. Entretanto, Saturnino (2008) informa que no estado de Minas Gerais, a cajarana é cultivada em escala comercial e a empresa Brasnica Frutas Tropicais, cultiva 250 hectares irrigados enquanto nos municípios de Montes Claros, Jaíba, Janaúba e Nova Porteirinha as áreas cultivadas variam de 0,5 a 1,0 hectare.

Plantas de cajá-manga enxertadas sobre porta-enxerto de umbuzeiro cultivadas em condições de sequeiro, instaladas em áreas com precipitações inferiores a 500 mm anuais, iniciam sua produção no segundo ano e aos cinco anos a produção é mais evidente (Figura 9).

Figura 9 – Planta de cajá-manga enxertada sobre porta-enxerto de umbuzeiro em produção, em Petrolina/PE (2009)

Fonte: acervo dos autores.

2.5 Transferência ou substituição de copa em plantas de ocorrência natural

A transferência ou substituição de copa é uma técnica bastante utilizada no cultivo do cajueiro. Essa técnica foi testada em plantas de umbuzeiro de ocorrência natural, com o objetivo de oferecer aos agricultores a prática de substituir a copa das plantas dos umbuzeiros que apresentassem frutos pequenos e ácidos por frutos maiores e doces.

A substituição ou transferência de copa foi utilizada com umbu gigante, umbu-cajá, ceriguela e cajá-manga, sendo obtidos percentuais de 100%, 66%, 65% e 41% de pegamento de enxertos, respectivamente e registro de produção de frutos de cajá verdadeiro, ceriguela e cajá-manga após dois anos (ARAÚJO et al., 2000; ARAÚJO; SANTOS, 2004).

A substituição de copa vem sendo realizada em Livramento de Nossa Senhora no estado da Bahia (Figura 10). A prática é realizada utilizando-se a técnica da enxertia de garfagem no topo em fenda cheia. Os enxertos

usados são coletados de plantas matrizes de umbu gigante situadas nas proximidades, a exemplo, das plantas matrizes conhecidas como: gameleira, poça, arrecife, laranjão, macaúba, cavaco, entre outras.

Figura 10 – Substituição de copa em umbuzeiro por clones selecionados para maior tamanho de frutos, em Livramento de Nossa Senhora/BA (2008)

Fonte: acervo dos autores.

3 EXPERIÊNCIAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE ALGUMAS ESPÉCIES DA FAMÍLIA PASSIFLORACEAE EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO

Por tradição, o cultivo comercial em quase todo o país basicamente é realizado com o *Passiflora edulis* Sims, Mast, conhecido como maracujá amarelo ou azedo (MELETTI et al., 2005). O Brasil destaca-se como o maior produtor mundial de maracujá amarelo (FERREIRA, 2005) e a região Nordeste do Brasil é a principal produtora, responsável por 63,5% da produção, com área colhida de 30.765 ha e cerca de 421.437 t anuais, destacando-se os estados da Bahia, Ceará e Sergipe como os maiores produtores (AGRIANUAL, 2010). Vale ressaltar que o cultivo é realizado com irrigação ou em áreas favoráveis à cultura pelas condições edafoclimáticas.

Com relação às espécies silvestres que ocorrem de forma espontânea na região semiárida do Bioma Caatinga, a espécie *Passiflora cincinnata* Mast, conhecida como maracujá do mato, apresenta potencial agronômico para ser cultivado em condições de sequeiro e/ou ser usado como porta-enxerto de outras espécies do mesmo gênero mais sensíveis ao estresse hídrico.

Dentro desse contexto e observando-se que as espécies de maracujazeiros silvestres eram muito pouco representadas nos bancos de germoplasma existentes no país e, em particular, no Nordeste brasileiro, fez-se uma coleta de acessos de maracujazeiros da espécie *P cincinnata*, tendo coletado mais de 50 acessos em diversas unidades geoambientais no Semiárido brasileiro (ARAÚJO, 2007). Desse total, 32 acessos foram caracterizados utilizando-se vários descritores morfológicos. A importância relativa de vários descritores destaca a produção total de frutos com o descritor de maior significância para diferenciar os acessos (Tabela 1). Esse resultado, até certo ponto, não esperado, pode ter uma explicação no fato de que plantas de maracujazeiro foram domesticadas pelas populações humanas primitivas que habitaram no Semiárido há alguns séculos. Outra possibilidade pode ser resultado de mutações nos tipos silvestres com posterior seleção (ARAÚJO et al., 2008a; ARAÚJO, 2007; ARAÚJO et al., 2007).

Tabela 1 – Importância relativa dos descritores analisados para estudos de divergência, genética (Petrolina/PE)

Descritor	Valor (%)
Produção total de frutos (MTF)	42,29
Viabilidade de pólen (VP)	8,62
Área foliar (AF)	7,17
Número de glândulas nas brácteas (NGB)	5,88
Diâmetro das hastes (DH)	4,99
Peso dos frutos (MF)	4,03
Peso médio de 100 sementes (PS)	3,56
Número de glândulas foliares (NGF)	2,82
Comprimento das brácteas (CB)	2,64
Comprimento médio dos filamentos externos da flor (CFE)	2,61
Sólidos solúveis(SS)	2,50
Espessura da casca do fruto (ECF)	2,48
Acidez titulável (AT)	2,11
Número médio de sementes por fruto (NSF)	1,65
Número médio de frutos por planta (NFT)	1,56
Comprimento médio das sementes (CS)	1,27
Comprimento médio do pecíolo (CMP)	1,03
Comprimento médio do internódio (CIH)	0,96
Dias para abertura da primeira flor (DAF)	0,57
Diâmetro das flores (DFL)	0,48
Largura média das sementes (LS)	0,47
Diâmetro médio dos frutos (DF)	0,43
Comprimento médio dos frutos (CF)	0,15

Fonte: elaborada pelos autores.

A identificação dos descritores mais importantes foi realizada de acordo com o critério proposto por Singh (1981).

Essa espécie de ocorrência espontânea na Caatinga é explorada apenas de forma extrativista. Entretanto, os estudos realizados pela Embrapa Semiárido visam mudar esta realidade, mostrando que essa passiflorácea pode ocupar áreas de cultivo em escala comercial em condições de sequeiro (ARAÚJO et al., 2008a).

O acesso mais produtivo (Figura 11) está sendo cultivado em condições de sequeiro, em parceira com a Coopercuc. A implantação das áreas teve início em 2010 e está prevista a continuidade para os próximos dois anos em 12 propriedades certificadas com o selo orgânico nacional e internacional pela Organisme de Contrôle et de Certification (Ecocert) nos municípios de Uauá e Curaçá/BA. A produção será destinada à fabricação de geleias, sucos e polpas.

Figura 11 – Vista de planta do acesso de maracujá do mato mais produtivo, em Petrolina/PE (2008)

Fonte: acervo dos autores.

O uso do porta-enxerto de maracujá do mato foi estudado por Nogueira Filho et al. (2005). Esses autores observaram que na fase de produção de mudas, o maracujá do mato apresentou excelente potencial, tanto pelo índice de pegamento de enxerto, quanto pela precocidade na obtenção da muda enxertada.

Os trabalhos de pesquisa em andamento na Embrapa Semiárido estão avaliando o maracujá do mato como porta-enxerto de outras espécies do

mesmo gênero, buscando-se a tolerância à seca e doenças do sistema radicular. Um exemplo de exploração de porta-enxerto é a utilização de *Passiflora setacea* sobre porta-enxerto de *P. cincinnata* (Figura 12). *P. setacea* ocorre de forma espontânea na Caatinga, porém, está mais restrita as áreas com precipitações pluviométricas acima de 600 mm anuais. Segundo Oliveira e Ruggiero (2005) *P. setacea* é suscetível ao nematoide *Meloidogyne incognita*, raça I, porém, é tolerante à bacteriose, à antracnose e à verrugose, doenças do maracujá amarelo. Em avaliações preliminares realizadas na Embrapa Semiárido, seis acessos de *P. cincinnata* apresentaram resistência ao nematoide de galhas.

Figura 12 – Passiflora setácea enxertado sobre porta-enxerto de maracujá do mato, em Petrolina/PE (2010)

Fonte: acervo dos autores.

Desta maneira, o cultivo do *P. setacea* sobre porta-enxerto de maracujá do mato poderá ser realizado nas áreas de menor índice pluviométrico (< 500 mm anuais).

As espécies comerciais de *P. edulis* (Figura 13) e *P. alata* Curtis (Figura 14), estão sendo também avaliadas sobre o porta-enxerto do *P. cincinna-*

ta em condições de sequeiro tendo apresentado até o momento resultados promissores.

Figura 13 – Passiflora Edulis enxertado sobre porta-enxerto de maracujá do mato em condições de sequeiro, em Petrolina/PE (2009)

Fonte: acervo dos autores.

De acordo com Cervi (1997), o maracujá doce (*P. alata*) é uma espécie heliófita e seletiva higrófita que ocorre, principalmente, em capoeiras e restingas litorâneas. Nas áreas com precipitações inferiores a 500 mm anuais

e alta irregularidade na distribuição das chuvas, a espécie não produz e se mostra bastante suscetível à falta de água. Nas condições de Petrolina/PE, quando *P. alata* foi enxertada sobre porta-enxerto de maracujá do mato a planta sobreviveu e produziu até no terceiro ano de cultivo.

Figura 14 – Passiflora Alata Curtis enxertada sobre porta-enxerto de maracujá do mato em condições de sequeiro, em Petrolina/PE (2008)

Fonte: acervo dos autores.

4 ESTUDOS COM *PSIDIUM* SP E *ANNONA SP.*

Outras espécies que têm despertado o interesse em razão de seu potencial, e que também estão sendo objeto de estudos semelhantes são o araçazeiro (*Psidium* sp.) e o araticunzeiro (*Annona* sp.). O araçazeiro (Figura 15) poderá ser uma promissora fonte de resistência à nematoides quando utilizados como porta-enxerto da goiabeira ou quando explorado para consu-

mo *in natura* dos seus frutos. Resultados obtidos por Araújo et al. (2008b) indicaram que a espécie estudada mostrou-se desfavorável à multiplicação do nematoide quando comparado com as variedades de goiabeiras Paluma e Pedro Sato. Além disso, a qualidade dos frutos produzidos incentiva a busca de mercado para os mesmos, podendo tornar-se uma alternativa de cultivo em áreas infestadas pelo nematoide da goiabeira.

Figura 15 – Araçazeiro aos quatro anos, cultivado em área infestada pelo nematoide da goiabeira no Campo Experimental de Bebedouro, em Petrolina/PE (2009)

Fonte: acervo dos autores.

No contexto da fruticultura de sequeiro, os araticunzeiros que pertencem ao mesmo gênero da gravioleira e da pinheira têm despertado interesse, quando explorados para consumo *in natura* dos seus frutos (Figura 16).

Figura 16 – Araticunzeiro em produção (imagem à esquerda), e detalhes da cor da polpa e sementes (imagem à direita), em Juazeiro/BA (2009)

Fonte: acervo dos autores.

Outra linha de pesquisa que está sendo avaliada com o araticunzeiro, estuda seu uso como porta-enxerto de outras espécies do mesmo gênero, tendo como base a ocorrência de raízes modificadas do tipo xilopódios (ARAUJO et al., 2002). Se, por um lado, essas estruturas modificadas, os xilopódios (Figura 17), são vantajosas para a espécie se desenvolver em regiões semiáridas e permitirem o seu uso como porta-enxerto de outras espécies do mesmo gênero (*Anona*), por outro lado, as plantas possuem desenvolvimento lento (Figura 18), isto sugere que a produção de energia seja destinada à formação dessas estruturas em sua fase inicial.

Figura 17 – Ocorrência de raízes modificadas do tipo xilopódio em plantas de araticum, aos oito meses, em Petrolina/PE (2004)

Fonte: acervo dos autores.

Figura 18 – Planta de araticum aos cinco anos de cultivo, em Petrolina/PE (2009)

Fonte: acervo dos autores.

5 ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE O PEQUIZEIRO

O pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Cambess) tem ocorrência em diferentes áreas do Nordeste Brasileiro, porém, também ocorre em áreas dos Cerrados Brasileiros. No Semiárido tem ocorrência em locais com características mais específicas como a Serra do Araripe, o Cariri cearense e os Cerrados da Bahia. De acordo com um levantamento a partir de dados estatísticos de comercialização (IBGE, 2006), observa-se comercialização em municípios dos estados do Ceará, Minas Gerais, Piauí, Bahia e Pernambuco (Tabela 2), sendo o Ceará o maior produtor.

Tabela 2 – Produção extrativa de pequi em toneladas por estado da federação

Estados produtores	Número dos municípios	Quantidade vendida em toneladas
Ceará	7	9616
Minas Gerais	19	1745
Piauí	5	111
Bahia	9	93
Pernambuco	1	1

Fonte: IBGE (2006).

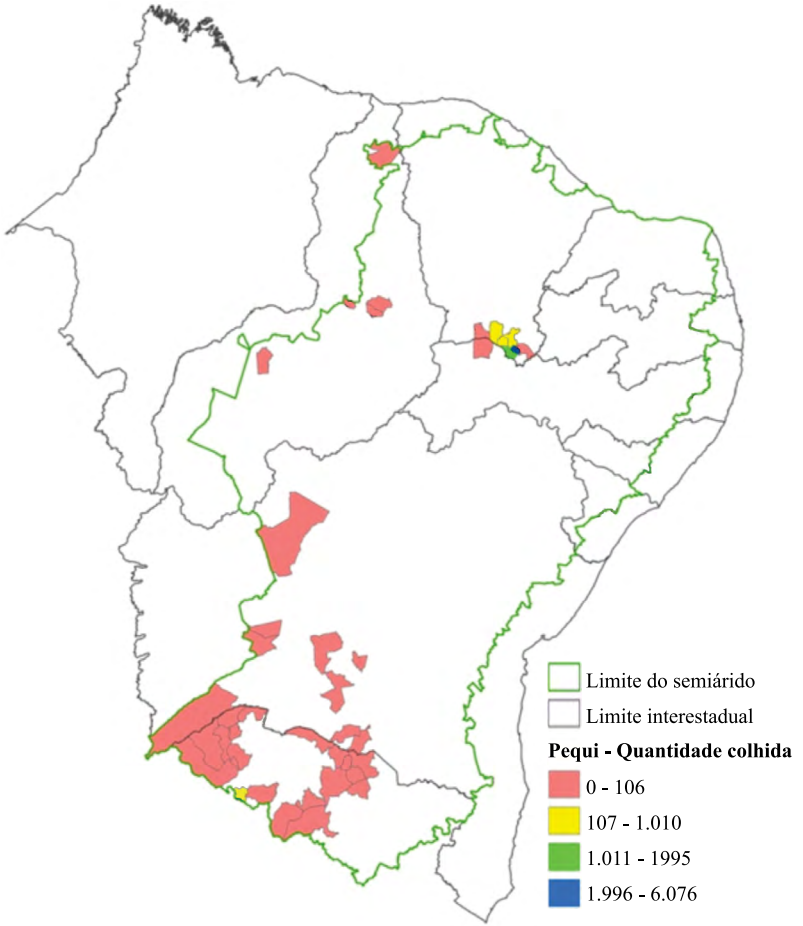
De acordo com as informações sobre as áreas de extrativismo de pequi por municípios, extraídas do IBGE (2006), foi possível plotar essas informações por Unidade Geoambiental no Mapa de Zoneamento Agroecológico do Nordeste (SILVA et al., 2000). Observa-se que existem vários municípios onde se pratica o extrativismo do pequi em quantidades inferiores a 105 toneladas (Figura 19) e maior concentração da produção no Vale do Cariri/CE. Verifica-se que a maior produção extrativa do pequi está localizada nas Unidades Geoambientais (A04, A05, F14, I05, F18, I11, T03), compreendendo os principais municípios do Vale do Cariri no Estado do Ceará (Figura 20).

A produção extrativa do pequi, apesar de sua concentração em áreas pontuais, como apresentada anteriormente, é transportada via caminhões por atravessadores para ser comercializada em vários municípios do Semiárido brasileiro.

6 OUTRAS ESPÉCIES FRUTIFERAS DA CAATINGA

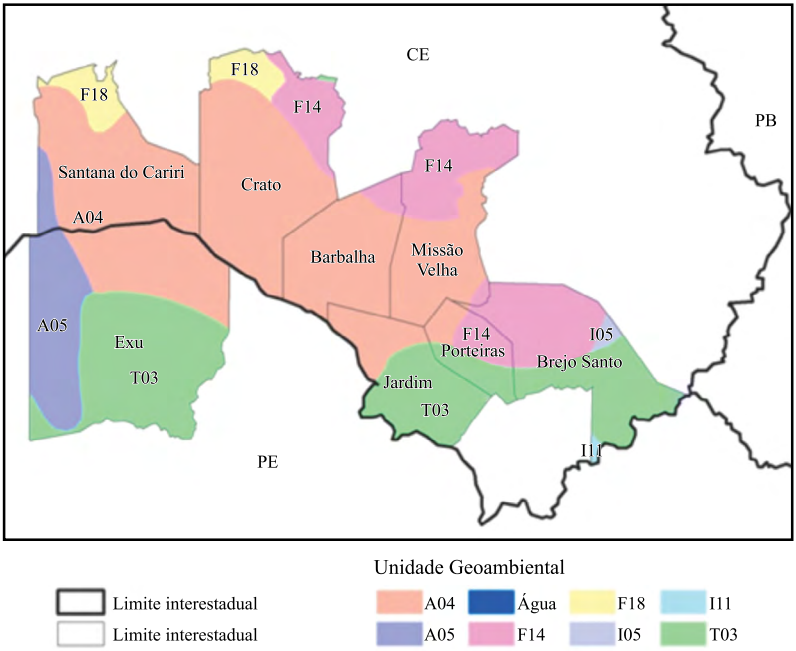
Outras espécies menos estudadas, porém, de uso potencial foram relatadas por Queiroz et al. (1993): o mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC), o facheiro (*Cereus squamosus*) - que são importantes na alimentação animal, especialmente, dos caprinos e ovinos – e outras cactáceas. As palmáceas como (*Syagrus coronata* Mart.), macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.), o juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), a quixabeira (*Bumelia setorum* Mart.), o jatobá (*Hymenea courbaril* L.), o marizeiro (*Geoffraea spinosa* Jacq.), e o croatá (*Bromelia karatas* Linn.) ocorrem nas áreas menos favorecidas (sertão). O murici (*Byrsonima.crassifolia* L. Rich.), está presente nas dunas às margens do rio São Francisco e nos Tabuleiros próximos ao litoral como nos municípios de Guaiúba, Pacajus, Itaitinga no estado do Ceará. O cambuí (*Eugenia crenata* Vel.), tem sua ocorrência limitada às chapadas. No entanto, a lista de espécies frutíferas do Nordeste brasileiro e, particularmente, do Bioma Caatinga é bem maior como indicado por Pinto (1993). Todas elas apresentam como característica comum a tolerância à seca e a comercialização em feiras livres nas regiões onde ocorrem de forma espontânea na vegetação nativa.

Figura 19 – Localização dos municípios onde ocorre o extrativismo do pequi (2011)



Fonte: acervo dos autores.

Figura 20 – Unidades Geoambientais e municípios onde ocorre a maior produção do extrativismo do pequi (2011)



Fonte: acervo dos autores.

7 ALGUMAS ESPÉCIES EXÓTICAS CULTIVADAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é uma espécie exótica, ainda pouco explorada, não existindo cultivo comercial no Brasil, sendo encontrada em alguns quintais e pomares de forma isolada. Nas condições de Petrolina/PE, na Embrapa Semiárido, plantas propagadas por sementes e cultivadas em condições de sequeiro, iniciaram a produção cinco anos após o transplantio para o campo e em avaliação realizada aos oito anos, as plantas apresentam produção média de 25 kg/planta/ano (Figura 21). Na área da Universidade Federal Rural do Semiárido (Ufersa) existe plantio

de tamarindeiros com cerca de mil plantas e que apresentam razoável variabilidade.

Figura 21 – Tamarindeiro em produção aos oito anos de cultivo, em Petrolina/PE (2009)

Fonte: acervo dos autores.

Uma espécie exótica que é largamente encontrada no Nordeste brasileiro, inclusive na região semiárida, particularmente em quintais domésticos e roçados é a mangueira (*Mangifera indica* L.) existindo plantas muito antigas. Essas plantas são constituídas de diferentes variedades como manga Espada, utilizada como porta-enxerto nos plantios comerciais de variedades de mangueiras para exportação. No entanto, existem muitas variedades e até o momento essas mangueiras não foram alvos de estudos mais detalhados, tendo-se feito algumas coletas de acessos que se encontram no Banco de Germoplasma de Mangueira da Embrapa Semiárido, localizado no Campo Experimental de Mandacaru/BA. Mesmo sob a denominação de manga Espada existe grande variação, pois, em estudo preliminar conduzido no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS/UNEB)

foram encontrados mais de 20 tipos de mangueiras tipo Espada, variando o formato e tamanho do fruto, teor de sólidos solúveis, teor de fibra, entre outros (CORDEIRO; QUEIROZ, 1999).

Existem ainda outras espécies exóticas, principalmente nos quintais domésticos como a fruta pão (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg, a carambola (*Averrhoa carambola* L.), entre outras, inclusive a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam., esta menos comum nos quintais do Semiárido.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a importância socioeconômica de várias frutíferas nativas e exóticas e a vulnerabilidade dessas espécies frente a diversos fatores, o desafio que se coloca para o desenvolvimento da região é fornecer informações e tecnologias de forma sustentável para que as mesmas possam ser cultivadas em larga escala e assim, permitir a melhoria da qualidade de vida, estimulando a permanência da população na região.

Em vários pontos do sertão nordestino existem experiências comunitárias com o uso de plantas nativas ou exóticas que potencializam o surgimento de empreendimentos capazes de criar bases econômicas sólidas para a agricultura familiar nas áreas dependentes de chuva do Semiárido, a exemplo da Coopercuc em Curaçá, Uauá e Canudos, no Estado da Bahia.

O desafio é tornar estáveis os potenciais já existentes e identificar novas oportunidades rentáveis, sem perder de vista, a conservação e a preservação desses recursos naturais renováveis, mais especificamente, recursos genéticos vegetais. Algumas dessas espécies já contam com coleções e bancos de germoplasma, mesmo incompletos, porém, outras ainda não dispõem de coleções, como por exemplo, a carambola, o tamarindo, entre outras.

Todas as estratégias de ações, que venham a contribuir para uma melhor utilização desses recursos, irão contribuir e tornar sólidas algumas atividades já desenvolvidas como o fortalecimento do extrativismo do umbu, através do enriquecimento da Caatinga com plantas de umbuzeiro, que poderá aumentar a produção de matéria prima a longo prazo e terão forte impacto positivo na preservação da espécie, e que essa atividade realizada com razoável facilidade porque já existe, nas comunidades, o sentido de conservação, particularmente do umbuzeiro. Contudo, o grande desafio será a inclusão de novas espécies, agregando valor aos seus produtos sejam

provenientes da exploração extrativista, sejam provenientes de cultivos, particularmente, na agricultura familiar.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL, 2010. São Paulo: FNP, 2010. p. 387-392.

ARAÚJO, F. P de; SANTOS, C. A. F. Substituição de copa do umbuzeiro por algumas espécies do gênero Spondias**.** In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 27., 2004, Petrolina. **Anais**..., Petrolina: Embrapa Semiárido: SBB: UNEB, 2004. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, F. P, de.; CASTRO NETO, M. T. de. Influência de fatores fisiológicos de plantas-matrizes e de épocas do ano no pegamento de diferentes métodos de enxertia do umbuzeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 752-755, 2002.

ARAÚJO, F. P. de. Experiências de uso de recursos genéticos de fruteiras nativas no semiárido baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS; WORKSHOP EM BIOPROSPECÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PLANTAS NATIVAS DO SEMI-ÁRIDO, 3.; WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE BIOENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2010, Salvador. **Bancos de germoplasma** - descobrir a riqueza, garantir o futuro. **Anais...**, Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010a.

ARAÚJO, F. P. de. **Enriquecimento da Caatinga com umbuzeiros**: caderneta de poupança verde do meio rural para agricultura familiar Petrolina, Embrapa Semiárido, Np. (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 92), 2010b.

ARAÚJO, F. P. de. **Métodos de enxertia na propagação do umbuzeiro** (*Spondias tuberosaa* A.Cam.) **em diferentes épocas do ano**. 1999. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Unviversidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 1999.

ARAÚJO, F. P. de. **Caracterização da variabilidade morfoagronômica de maracujazeiro (Passiflora cincinnata Mast.) no semiárido brasileiro.** 2007. 94 f. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

ARAÚJO, F. P. de; MELO, N. F. de; LIMA, M. A. C.; CASTRO, J. M. da C. Produção, qualidade dos frutos e uso do araçazeiro como porta-enxerto da goiabeira em áreas infestadas com nematoides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Frutas para todos**: estratégias, tecnologias e visão sustentável. **Anais...**, Vitória: INCAPER: SBF, 2008b. 1 DVD.

ARAUJO, F. P. de; QUEIROZ, M. A. de. Enriquecimento da caatinga com plantas de umbuzeiro. In: REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 33., 2010, Aracaju. **Flora nordestina**: diversidade, conhecimento e conservação. **Anais...**, Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros: SBF, 2010.1 CD-ROM.

ARAÚJO, F. P. de; QUEIROZ, M. A. de; SILVA, N. da; MELO, N. F. de. Estratégias para coleta de germoplasma de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Magistra,** Cruz das Almas, v. 18, p.35-37, out. 2006a. Número especial.

ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de. **Fruticultura de sequeiro**: uma alternativa para o desenvolvimento sustentável. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2006b. Np. (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 73).

ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F; CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. de Influência do período de armazenamento das sementes de umbuzeiro na sua germinação e no desenvolvimento da plântula. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 36-39, 2001a.

ARAÚJO, F. P. de; SILVA, N. da; QUEIROZ, M. A. de. Divergência genética entre acessos de Passiflora cincinnata Mast com base em descritores morfoagronômicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 723-730, set. 2008a.

ARAÚJO, F. P. de; SILVA, N. da; QUEIROZ, M. A. de. Divergência genética entre acessos de maracujazeiro com base em descritores morfoagronômicos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, SIRGEALC, 6., 2007, Chapingo, México. Por la valoración de los recursos genéticos para el desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: memoria. **Anais...**, Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, 2007. p. 299.

ARAÚJO, F. P.; OLIVEIRA, V. R. de. Produção de mudas de algumas espécies do gênero Spondias: uma alternativa na diversificação da fruticultura de sequeiro. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil**: umbu, cajá e espécies afins. Recife: IPA: UFRPE; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p.108-116.

ARAÚJO, F. P. de; CAVALCANTI, N. de B.; PORTO, E. R.; SANTOS, C. A .F. dos. Enriquecimento da caatinga com clones de umbuzeiro (Spondias tuberosa Arr.) selecionados para maior tamanho de fruto. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE CAPTACAO DE AGUA DE CHUVA NO SEMI-ARIDO, 3.,2001, Campina Grande. **Anais**..., Campina Grande: Embrapa Algodão; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001c. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F. dos; MOREIRA, J. N.; CAVALCANTI, N. de B. **Avaliação do** índice **de pegamento de enxertos de especies de Spondias em plantas adultas de umbuzeiro.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2000. 4 p. (Embrapa Semiárido. Pesquisa em Andamento, 100).

ARAÚJO, F. P. de; SANTOS, C.A.F.; PORTO, E. R. Avaliação de plantas matrizes de umbuzeiro em condições irrigadas para fornecimento de propágulos vegetativos. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE CAPTACAO DE AGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO, 3.,2001, Campina Grande. **Anais**..., Campina Grande: Embrapa Algodão; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001b. 1 CD-ROM

ARAÚJO, F. P. de; SILVA, G. C. da; SANTOS, C. A. F. dos. Formação de raízes modificadas, tipo xilopódios em araticum (*Annona coriacea* Mart). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 53.; REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 25., 2002, **Recife. Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora brasileira:** resumos. **Anais...**, Recife: Sociedade Botânica do Brasil: Universidade Federal Rural de Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

CAVALCANTI, J.; QUEIROZ, M. A de. Umbu gigante. **Informativo SBF**, Cruz das Almas, p. 1-2, out./dez., 1992.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Levantamento da produção de xilopódios e os efeitos de sua retirada sobre a frutificação e persistência de plantas nativas de imbuzeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 927-942, set./out., 2002.

CERVI, A. C. **Passifloraceae do Brasil**: estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. Madrid: Fontqueira XLV, 1997.

CORDEIRO, F. A.; QUEIROZ, M. A. de. Coleta de acessos de mangueira (Mangifera indica L.) em pomares domésticos dos municípios de Juazeiro-BA e Petrolina-PE. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 3., 1999, Salvador. **Anais...**, Comunicações de pesquisa. Salvador: UNEB, 1999. p. 31-32.

DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: Funep, 1998.

DRUMOND, M. A.; LIMA, P. C. F.; SOUZA, S. M. de; LIMA, J. L. S. de. Sociabilidade das espécies florestais da caatinga em Santa Maria da Boa Vista/PE. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 4, p. 47-59, jun. 1982.

FERREIRA, F. R. Recursos genéticos de Passiflora**.** In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 41-51.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1., 1992, Cruz das Almas. **Anais...**, Cruz das Almas: Embrapa -CNPMF, 1993. p. 13-27.

GIULIETTI, A. M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L. P. de. **Diversidade e caracterização das fanerógamas do Semiárido brasileiro.** Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2006.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário, 1976/2006**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 jan. 2011.

LIMA FILHO, J. M. P. Internal water relations of the umbu tree under semi-arid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 518-521, 2001.

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. da S Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. cap. 3, p. 55-78.

NASCIMENTO, C. E. de S.; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R de. **Produção de mudas enxertadas de umbuzeiro (Spondias tuberosa Arruda).** Petrolina : Embrapa Semiárido, 2000. 14 p. il. (Embrapa Semiárido. Circular Técnica, 48).

NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de; NUNES, R. F. de M.; ALBUQUERQUE, T. C. S. de. Propagação vegetativa do umbuzeiro. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. Floresta para o desenvolvimento: politica, ambiente, tecnologia e mercado: **Anais...**, São Paulo: SBS: SBEF, 1993. v. 2, p. 454-456.

NOGUEIRA FILHO, G. C.; RONCATTO, G.; RUGGIERO. C.; OLIVEIRA, J. C. de.; MALHEIROS E. B. Propagação vegetativa do maracujazeiro-conquista de novas adesões. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. cap. 14, p. 341-358.

OLIVEIRA, J. C. de. RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agronômico. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Ed.). **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. cap. 6, p. 143-158.

PEDROSA, A. C.; LEDERMAN, I. E.; BEZERRA, J. E. F.; DANTAS, A. P.; GONZAGA NETO, L. Métodos de enxertia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) em viveiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 1, p. 59-62, out. 1991.

PINTO, G. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas na região nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1., 1992, Cruz das Almas. **Anais...**, Cruz das Almas: Embrapa -CNPMF, 1993. p. 81-84.

QUEIROZ, M. A. de; NASCIMENTO, C. E. de S.; SILVA, C. M. M. de S.; LIMA, J. L. dos S. Fruteiras nativas do semiárido do Nordeste brasileiro: algumas reflexões sobre seus recursos genéticos. In: CONGRESSO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais...**, Cruz das Almas: Embrapa--CNPMF: SBF, 1993. p. 87-92.

SANTOS, C. A. F. dos. Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semiárido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 923-930, 1997.

SANTOS, C. A. F. dos; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAMPOS, C. O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. **Revista Bras. de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 104-109, 1999.

SANTOS, C. A. F. dos; ARAÚJO, F. P. de; NASCIMENTO, C. E. de S.; LIMA FILHO, J. M. P. Umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias* em condições de sequeiro: avaliações aos cinco anos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...**, Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. 1 CD-ROM.

SATURNINO, H. M. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no estado de Minas Gerais. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil**: umbu, cajá e espécies afins. Recife: IPA: UFRPE; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p.75-85.

SILVA, F. B. R. e; SANTOS, J. C. P. dos; SOUZA NETO, N. C. de; SILVA, A. B. da; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; CORREIA, R. C.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, F. H. B. B. da; SOUZA, L. de G. M. C.; SILVA, C. P. da; LEITE, A. P.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil**: diagnóstico e prognóstico. Recife: Embrapa Solos-Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2000. 1 CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 14).

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, p. 237-245, 1981.

SOUZA, F. X de. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no Brasil. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J. F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil**: umbu, cajá e espécies afins. Recife: IPA: UFRPE; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p. 45-53.

SOUZA, F. X. de. **Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação**: frutas tropicais - cajá, ceriguela, cajarana, umbu, umbu-cajá e umbuguela. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1998. 28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 27).

VILELA MORALES, E. A.; VALOIS, A. C. C. Princípios para a conservação e uso de recursos genéticos. In: PUIGNAU, A. C. C. (Ed.). **Conservacion de germoplasma vegetal.** Montevideo: IICA, 1996. p. 13-34. (IICA-Procisur. Diálogo, 45).

Capítulo 2

Melhoramento do feijão-caupi para o Semiárido brasileiro: situação atual e perspectivas

Antonio Félix da Costa
Luciana Gonçalves de Oliveira
Maria da Conceição Martiniano de Souza
Nathália Gabrielle de Araújo Leite
Vânia Trindade Barrêtto Canuto

1 INTRODUÇÃO

A importância social, econômica e nutricional do feijão-caupi está demonstrada ao longo deste capitulo, e sua contribuição a uma maior geração de emprego e renda para o semiárido brasileiro poderia ser maior se tecnologias simples fossem adotadas. Apesar de se estar falando de uma área de baixa precipitação pluviométrica e, mais ainda, de péssima distribuição, a produtividade que hoje gira em torno de 400 kg/ha, poderia dobrar se fosse utilizada uma semente de boa qualidade, um espaçamento adequado, com correção do solo e um suprimento mínimo de matéria orgânica. É simples e barato utilizar inoculante na semente, medida que garante um ótimo suprimento de nitrogênio. É necessário controlar as ervas daninhas na hora certa, de forma manual, mecânica ou química. Não adianta esperar que

apenas o melhoramento genético com a criação de variedades vá garantir o sucesso da cultura do feijão-caupi.

Recomenda-se combinar um bom espaçamento com o número de plantas; o emprego de uma boa semente com o controle de doenças e pragas; o uso de fertilizantes naturais, biológicos ou químicos com a água de irrigação, quando isso for possível. Nada disso seria viável sem a participação de um serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) forte e comprometido com a agricultura familiar, como reza a política vigente de Ater no país.

2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

O feijão-caupi, que se constitui em uma importante fonte de proteína na alimentação humana, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, possui, ainda, alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, além de baixa quantidade de lipídios. O alto custo da proteína animal faz com que as proteínas vegetais sejam o principal componente da dieta de diversas populações, embora se saiba que a qualidade nutricional das proteínas das leguminosas é, em geral, inferior àquela da proteína de origem animal (BRESSANI, 1993).

Estudos realizados com sementes de feijão-caupi, da cultivar BRS-Milênio, por Frota et al. (2008), apresentaram resultados de 27,4% de fibra alimentar total em relação aos carboidratos totais, e 14,2% dessa fibra foram representados pelas fibras solúveis. Por sua vez, Salgado et al. (2005) obtiveram, com feijão-caupi maduro, 29,3% de fibra alimentar total e 9,1% desse valor era constituído de fibra alimentar solúvel. Esses valores mostram que o teor de fibras alimentares totais presente no feijão-caupi é elevado, o que poderia concorrer para a prevenção do risco de doenças crônicas, como câncer, doenças cardiovasculares e diabetes, como mencionado por Faivre e Bonithon-Kopp (1999).

A importância do feijão-caupi como alimento de grande valor tem despertado interesse de muitos produtores em vários estados brasileiros, devendo-se isso também à capacidade de gerar emprego e renda oferecidos por essa cultura.

Alguns parâmetros socioeconômicos merecem ser destacados na cultura do feijão-caupi, no Brasil (Tabela 1). Tomando-se os valores médios do período de 2007 a 2011, constata-se que foi cultivada uma área de 1.487.432 hectares que produziram 662.786 toneladas de grãos secos. Admitindo-se

que cada hectare gere 0,8 empregos/ano, a cultura do feijão-caupi gerou, em média, anualmente 1.189.946 empregos. Considerando o consumo per capita de 15,0 kg/pessoa/ano, a produção de suprimento alimentar atingiu 44.185.733 pessoas. Considerando que o preço mínimo do saco de feijão-caupi nesse período manteve-se em R$ 53,00, o valor da produção anual totalizou R$ 585.460.967,00.

Com base em estimativas realizadas, utilizando dados estatísticos do período de 2007 a 2011 para as principais regiões brasileiras produtoras de feijão-caupi, visto que os dados de produção disponíveis são publicados de forma conjunta com o feijão de arranca pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2012), fez-se uma análise da oferta e demanda para o feijão-caupi no Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Tabela 2).

Tabela 1 – Parâmetros socioeconômicos médios da cultura do feijão-caupi no Brasil, referentes ao período de 2007 a 2011

Variáveis	Unidades	2007-2011
Área colhida (1)	ha	1.487.432
Produção (1)	t	662.786
Número empregos criados	0,8 empregos/ha/ano	1.189.946
Potencial de provisão alimentar	15,0 kg/pessoa/ano	44.185.733
Valor de produção (R$) (2)	53,00/saco 60 kg	585.460.967

Fonte: (1) Baseado nas séries históricas (2007 a 2010) e Sidra (2011) do IBGE; (2) Tabela de preço mínimo da Conab (2010/2011 e 2011/2012).

A região Nordeste, maior produtora de feijão-caupi, com uma produção média de 444.871 toneladas, apesar de apresentar a mais baixa produtividade, que pode variar de 300 a 450 kg/ha, apresenta maior número de habitantes, em torno de 53,5 milhões. Essa região, com uma população consumidora de feijão-caupi estimada em cerca de 26,7 milhões de pessoas, tem o maior consumo *per capita* médio de 17,80 kg/pessoa/ano, resultando em uma demanda média estimada de 476.167 toneladas, que supera as demais regiões e, consequentemente, apresenta um déficit de -31.296 toneladas.

Tabela 2 – Dados estimados de oferta e demanda das principais regiões geográficas brasileiras produtoras de feijão-caupi, baseados no período de 2007-2011

Região	População[1]	Consumidores[2]	Consumo *per capita*[3]	Demanda Estimada(t)	Produção Média(t)	Superávit/ Déficit(t)
Norte	16.095.187	5.365.062	10,30	55.260	88.809	33.549
Nordeste	53.501.859	26.750.929	17,80	476.167	444.871	-31.296
Centro-Oeste	14.244.192	712.566	13,90	9.905	124.046	114.141

Fonte: [1] População, número de habitantes, estimada em 2011 (IBGE, 2012); [2] Considerando que parte da população é consumidora de feijão-caupi; [3] Consumo *per capita* anual (kg/pessoa/ano) para cada região baseado nos dados da Conab.

Para um produto tão importante, a evolução da produção mundial de feijão-caupi tem experimentado crescimento acentuado nos últimos anos. No ano de 2007, essa produção não superou o volume de 3,7 milhões de toneladas, no entanto, já em 2010 atingiu cerca de seis milhões de toneladas, obtidas em uma área de 11,75 milhões de hectares, como se observa na Tabela 3.

Tabela 3 – Dados mundiais de feijão-caupi de área colhida e produção de grãos com os respectivos percentuais, safra 2010 (FAOSTAT, 2012; séries estatísticas e series históricas em IBGE, 2012)

Mundo, Continentes	Produto	Área Colhida (ha)	Área Colhida (%)	Produção (t)	Produção (%)
Mundo	Feijão-comum	32.088.832	73,19	25.916.632	81,17
	Feijão-caupi	11.754.455	26,81	6.013.210	18,83
	Total	43.843.287		31.929.842	
África	Feijão-caupi	10.278.607	87,44	5.203.504	86,53
Níger	Feijão-caupi	5.570.970	47,39	1.773.420	29,49
Nigéria	Feijão-caupi	2.520.000	21,44	2.242.800	37,30
Europa	Feijão-caupi	8.292	0,07	28.651	0,48
Ásia	Feijão-caupi	137.631	1,17	182.997	3,04
Mianmar	Feijão-caupi	125.600	1,07	169.900	2,82
América	Feijão-caupi	1.329.925	11,31	598.058	9,95
Brasil	Feijão-caupi	1.255.720	10,68	472.307	7,85

Fonte: elaborada pelos autores.

O continente africano responde por 87,44% da área colhida das espécies do gênero Vigna, onde os principais países produtores são a Nigéria e o Níger, que respondem juntos pela maior produção de grãos, em torno de quatro milhões de toneladas, correspondendo aproximadamente a 67%. No continente asiático, destaque para Mianmar com 125.600 hectares e uma produção de 169.900 toneladas de grãos. Na América Latina, o Brasil é o maior produtor, responsável por cerca de 8% da produção mundial, tendo produzido, em 2010, 472.307 toneladas.

Em 2011, o Brasil produziu 821.389 toneladas de feijão-caupi, colhidas em uma área de 1.563.555 hectares, tendo o Nordeste como a região de maior produção com 557.485 toneladas de grãos, correspondentes a 67,87% da produção nacional (Tabela 4) (IBGE, 2012). Apenas no Nordeste e no Norte, as produções de feijão-caupi foram superiores às de feijão comum. Nas demais regiões, o maior interesse foi dedicado ao feijão comum, cujas produções são favorecidas pelo nível de tecnologias empregado nas lavouras.

Tabela 4 – Área colhida e produção de grãos de feijão comum e feijão-caupi no Brasil e nas macrorregiões, referente à safra 2011 (SIDRA-IBGE, 2012)

	Produto	Área Colhida (ha)	Área Colhida (%)	Produção (t)	Produção (%)
Brasil	Feijão comum	2.143.646	57,82	2.728.718	76,86
	Feijão-caupi	1.563.555	42,18	821.389	23,14
	Total	3.707.201		3.550.107	
Região Norte	Feijão comum	38.623		31.808	
	Feijão-caupi	116.232	7,43	88.848	10,82
	Subtotal	154.855	4,18	120.656	3,40
Região Nordeste	Feijão comum	629.891		311.200	
	Feijão-caupi	1.310.089	83,79	557.485	67,87
	Subtotal	1.939.980	52,33	868.685	24,47
Região Sudeste	Feijão comum	555.683		877.730	
	Feijão-caupi	0	0,00	0	0,00
	Subtotal	555.683	14,99	877.730	24,72
Região Sul	Feijão comum	713.246		1.090.447	
	Feijão-caupi	4.612		6.195	
	Subtotal	717.858	19,36	1.096.642	30,89
Região Centro-Oeste	Feijão comum	206.203		417.533	
	Feijão-caupi	132.622	8,48	168.861	20,56
	Subtotal	338.825	9,14	586.394	16,52

Fonte: elaborada pelos autores.

No Mato Grosso, por exemplo, onde o feijão-caupi vem aumentando em área cultivada, a produtividade, em 2011, atingiu 1.153,54 kg/ha. Nos estados do Nordeste, a produtividade não superou 570 kg/ha, para o que deve ter concorrido a escassez de água, em consequência da irregularidade das chuvas nessa região (Tabela 5) (IBGE, 2012).

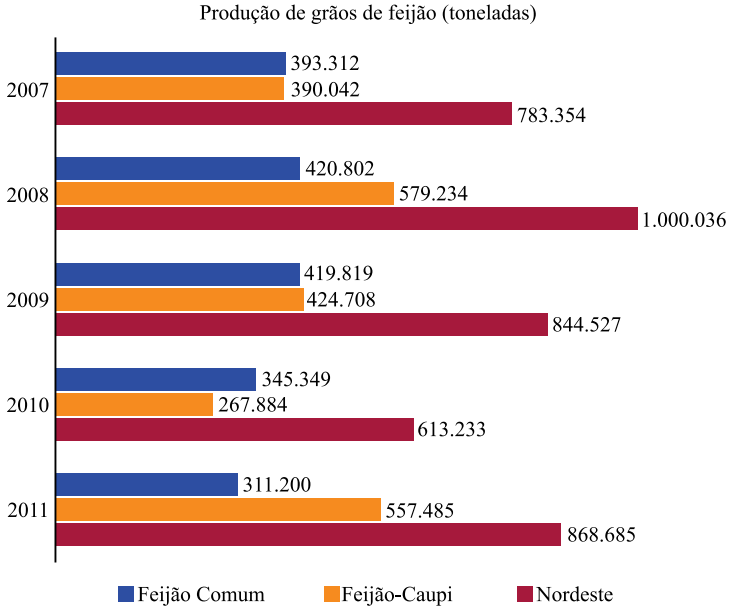
A produção de feijão na região Nordeste foi de apenas 613.233 toneladas em 2010, enquanto que em 2008 havia atingido 1.000.036 toneladas. Para o feijão-caupi, 2010 foi o ano mais desfavorável do período 2007 a 2011, tendo essa cultura apresentado apenas uma produção de 267.884 toneladas, ao passo que em 2008 alcançou um volume de 579.234 toneladas. Na média desses cinco anos, a produção de grãos de feijão-caupi foi superior à de feijão comum (Gráfico 1).

Tabela 5 – Produtividade de feijão-caupi em 2011, alcançada por diferentes estados produtores (IBGE, 2012)

	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)
Região Norte	116.232	88.848	764,41
Pará	52.660	38.092	723,36
Região Centro-Oeste	132.622	168.861	1.273,25
Mato Grosso	118.942	137.204	1.153,54
Região Nordeste	1.310.089	557.485	425,53
Maranhão	63.464	30.094	474,18
Piauí	236.244	82.569	349,51
Ceará	600.137	264.205	440,24
Rio Grande do Norte	47.992	23.742	494,71
Paraíba	95.540	23.156	242,37
Pernambuco	168.390	80.307	476,91
Alagoas	11.033	4.154	376,51
Sergipe	2.577	1.101	427,25
Bahia	84.712	48.157	568,48

Fonte: elaborada pelos autores.

Gráfico 1 – Produção de feijão na Região Nordeste, no período de 2007 a 2011, dados baseados nas séries estatísticas de 2007 a 2010 e Sidra de 2011, do IBGE (2012)



Diante das estimativas de produção de feijão-caupi realizadas para os últimos cinco anos (2007-2011), constata-se que a adaptação dessa cultura abrange uma ampla faixa de ambientes nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, conferindo-lhe a condição de cultura de grande potencial atual e estratégico. Acrescente-se ainda que o seu alto valor social e econômico interessa ao Brasil e, também, a um grande número de países que o consome na busca de minimizar a escassez de alimentos no mundo.

3 INTRODUÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI NO BRASIL

Embora existam indícios que sugerem que o feijão-caupi seja cultivado desde os tempos pré-históricos, alguns pesquisadores preferem afirmar que o cultivo da espécie começou no século VIII a.C., ao passo que sua intro-

dução nos Estados Unidos teria ocorrido aproximadamente no ano de 1700, época em que também teria sido introduzido na América do Sul (TIMKO et al., 2007). Entretanto, Gandavo (2001) relata que no ano de 1568 já haviam indícios do cultivo de diversos tipos de feijão no Brasil, assim como Souza (2011) menciona que, em meados de 1587, vários tipos de feijão e fava eram cultivados no estado da Bahia. Apesar de não haver confirmação de que o feijão-caupi estivesse presente entre as espécies cultivadas no país naquela época, muitos pesquisadores acreditam que sim. Segundo Barraclough (1995), em 1549, a Bahia mantinha comércio intenso com o oeste da África, fato que fortalece a hipótese, consolidando a ideia de que o feijão-caupi já estava sendo cultivado no país antes de 1700.

Nesse sentido, a introdução do feijão-caupi no Brasil deve ter ocorrido na segunda metade do século XVI, por colonizadores portugueses e espanhóis, assim como por africanos trazidos como escravos, visto que no período colonial, cerca de 3,6 milhões deles foram trazidos ao Brasil, a maioria chegando ao país pelos portos de Recife, Salvador, Rio de Janeiro e São Luiz, vindos diretamente de Angola, Moçambique e Congo, de acordo com registros históricos. Além de trazerem muito de sua cultura, esses povos trouxeram também sementes de plantas utilizadas em pratos típicos africanos, ou em seus rituais sagrados, como foi o caso do feijão-caupi (CURTIN, 1969, apud SIMON et al., 2007).

A existência de uma extensa variedade de cultivares no estado da Bahia, bem como de diversos pratos típicos com feijão-caupi, a exemplo do acarajé e do abará, ambos de origem africana, são indícios que também suportam essa hipótese. Acredita-se, então, que a partir da Bahia, acompanhando a colonização, essa leguminosa tenha se disseminado por todas as regiões do país, tendo maior destaque nas regiões Norte e Nordeste, onde ocupa grande porcentagem das áreas plantadas com feijão nos estados do Maranhão, Piauí e Ceará (ARAÚJO, 1984; 1988; FREIRE FILHO, 1988).

3.1 Nomes vulgares

Acredita-se que o nome feijão-caupi, derivado do inglês cowpea (ervilha de vaca), originou-se do fato de que a planta era comumente utilizada como importante fonte de feno para animais, no Sudeste dos Estados Unidos da América, bem como em outras partes do mundo. Essa leguminosa apresenta muitos nomes populares, o que por vezes acaba por dificultar seu reconhecimento (TIMKO et al., 2007).

No Brasil, o feijão-caupi é conhecido por nomes que variam em cada região. No Nordeste, os nomes mais usados são: feijão macássa, ou macassar, e feijão-de-corda, além de chocha bunda, devido ao fato de apresentar uma boa digestão, e logo o sertanejo ter sua fome aplacada. No Norte, o feijão-caupi é conhecido por: feijão-de-praia, feijão-da-colônia e feijão-de-estrada. Na região Sul: feijão-miúdo. Em algumas regiões da Bahia e norte de Minas Gerais, a espécie também é conhecida como feijão-gurutuba e feijão-catador. Vale salientar ainda, que há um tipo de feijão-caupi, com grãos de cor branca, com hilo circundado por um grande halo de cor preta, conhecido como feijão-fradinho nos estados de Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro. O feijão-fradinho é famoso por ser o preferido para o preparo do acarajé, comida típica baiana, conhecida e apreciada em todo o país (FREIRE FILHO et al., 2011).

Ainda em português, essa leguminosa é conhecida como feijão-frade e feijão-fradinho em Portugal, feijão-macúndi e maconde em Angola, e feijão-nhemba e nhemba em Moçambique. Na língua espanhola, o feijão-caupi é conhecido por uma maior variedade de nomes populares; no Peru é conhecido por caupi, frijol-castilla, chileno, ojo negro e chiclayo (selva); na Bolívia, por fríjol camba e cumaná; no Paraguai por poroto e cumaná; no Equador por tumbe e chileno; na Guatemala por fríjol-mono; na República Dominicana por fríjol e em Cuba por fríjol-carita (MINAG, 2006).

Em inglês, a diversidade de nomes utilizados para identificar o feijão-caupi é menor, nos Estados Unidos a leguminosa é conhecida por cowpea, southernpea, blackeyepea e blackeyebean e na Nigéria por cowpea. Em francês, similarmente ao inglês, a diversidade de nomes também é baixa, na França os nomes mais comuns são aricot á ceilnoir, haricot á ceil, cornille, pois du, brésil e nundew, ao passo que em Senegal é conhecido por niebé (MINAG, 2006).

3.2 Classificação botânica

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma dicotiledônea, pertencente à ordem Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero Vigna, secção Catyang, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp., e subespécie *unguiculata* (PADULOSI; NG, 1997; VIJAKUMAR et al., 2010). Segundo Pasquet e Baudoin (2001), a espécie selvagem *Vigna unguiculata* ssp. *unguiculata* var. spontanea é provavelmente o progenitor do feijão-caupi cultivado, ao passo que Coulibaly et

al. (2002) afirmaram ter encontrado alguma evidência de domesticação no Nordeste africano, com base em estudos por AFLP (Amplified Fragment Lenght Polymorphisms; Polimorfismos de Comprimento de Fragmentos Amplificados). Entretanto, em estudo com marcadores moleculares DAF (DNA Amplification Fingerprinting; Impressão Baseada na Amplificação do DNA), incluindo várias espécies do gênero, Simon et al. (2007) enfatizaram a clara origem asiática do gênero *Vigna*, sugerindo que a África poderia ser considerada o centro de diversificação do feijão-caupi e não seu centro de origem, especialmente levando-se em conta que a maioria de suas espécies-irmãs ocorrem na Ásia.

3.3 Morfologia floral

As características das flores do feijão-caupi têm sido descritas de forma bem detalhada, quanto à sua estrutura envolvendo o cálice, a corola, o androceu e o gineceu, referindo-se aos tipos de coloração de cada componente e à disposição de cada um. Da mesma forma, a biologia floral desse feijoeiro também já é bastante conhecida, como relatado por Freire Filho et al. (2005), abordando o melhoramento genético dessa espécie.

Recentemente, o potencial produtivo da espécie vem sendo avaliado em sua relação com o tipo de inflorescência que no caso do feijão-caupi é, em geral, do tipo simples. Entretanto, a cultivar Cacheado descrita por Araújo et al. (1981), único acesso de inflorescência composta que foi coletado no Piauí, apresenta alto potencial de produção, podendo produzir até oito vagens por inflorescência. Considerando estudos de controle genético da inflorescência em feijão-caupi realizados por Sen e Bhowal (1961) e Fawole e Afolabi (1983), estudos de controle genético do comprimento do pedúnculo simples por Rocha et al. (2009) e estudos da herança do comprimento do pedúnculo ramificado em progênies de caupi por Souza (2008), os autores Barros et al. (2011) avaliaram o potencial genético produtivo de progênies de feijão-caupi segregantes quanto ao tipo da inflorescência. Esses autores concluíram que "as progênies de inflorescência composta resultantes do retrocruzamento (AU94-MOB-816 x Cacheado-roxo) x AU94-MOB-816 são promissoras para aumentar os atuais níveis de produtividade do feijão-caupi".

A transferência da característica inflorescência composta para cultivares comerciais, como meta de programas de melhoramento genético, poderá mudar os padrões de produção do feijão-caupi.

3.4 Sistema reprodutivo

A biologia floral do feijão-caupi mostra o nível de evolução da espécie, que possui altíssimo grau de autopolinização, sem eliminar totalmente a possibilidade de apresentar polinização cruzada. Williams e Chambliss (1980) verificaram uma taxa de cruzamento em feijão-caupi que variou de 0% a 1,42% e Souza et al. (2006) observaram uma variação de 0,11% a 0,99%. Outros pesquisadores observaram também taxas sempre inferiores a 1,50%. Este comportamento é favorecido por alguns fatores como população de insetos polinizadores existentes nas áreas de cultivo, condições ambientais e por características das cultivares. Embora por se tratar de taxas de cruzamento muito pequenas, os cuidados com isolamentos físicos ou temporais entre campos de produção de sementes genéticas e básicas precisam ser adotados.

No caso da autopolinização que assume taxas próximas de 100 %, a boa proteção dos órgãos reprodutivos (pistilo e estame na mesma flor) pelas pétalas, a maturação do gineceu antes do androceu (a protoginia) e a autopolinização que ocorre antes da abertura da flor (a cleistogamia) são características que favorecem a condição de planta autógama do feijão-caupi. Assim, as flores dessa espécie por serem perfeitas e cleistógamas exigem que procedimentos de emasculação criteriosos sejam realizados nos programas de melhoramento genético que dependem da obtenção de cruzamentos controlados.

Um dos métodos de hibridação utilizado para o feijão-caupi faz-se a coleta de flores recém-abertas nas primeiras horas da manhã e sua manutenção a 4ºC por todo o dia, realizando-se a emasculação do botão floral, coleta de pólen e polinização no final da tarde, quando a temperatura do ar já se encontra mais baixa, com elevação da umidade relativa do ar, dez a doze horas, antes, portanto, da abertura da flor.

3.5 Ciclos da planta

O feijão-caupi tem sido reconhecido como uma das principais fontes de proteína vegetal, sobretudo para as populações de baixa renda, pois é possuidor de ampla adaptação para cultivos em ambientes secos ou úmidos das regiões tropicais, além de ter características para produção de grãos verdes e secos. Por tudo isso, necessita que os seus programas de melhoramento convencional sejam mais ágeis e eficientes, para que a

biologia molecular possa contribuir de forma complementar. A grande variabilidade genética dessa espécie é constatada para a maioria dos caracteres, como em relação ao ciclo e ao porte da planta.

Segundo Freire Filho et al. (2000), as cultivares de feijão-caupi podem apresentar os seguintes ciclos: ciclo superprecoce (maturação atingida até 60 dias após a semeadura); ciclo precoce (maturação, de 61 a 70 dias após a semeadura); ciclo médio (maturação, de 71 a 90 dias após a semeadura); ciclo médio-precoce (maturação, de 71 a 80 dias após a semeadura); ciclo médio-tardio (maturação, de 81 a 90 dias após a semeadura); ciclo tardio (maturação a partir de 91 dias após a semeadura). As cultivares de ciclos precoce e médio são as mais demandadas, seja pelas regiões com períodos de chuvas irregulares ou para cultivos irrigados, respectivamente.

A identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade tem permitido agrupar e selecionar os acessos dos bancos de germoplasma para essa característica, requerida na recomendação de cultivares para determinado ambiente. Um grupo de 22 genótipos do banco da Embrapa Meio-Norte foi avaliado e todos alcançaram a maturidade antes de 56 dias após a semeadura, tratando-se, portanto, de genótipos superprecoces (MACHADO et al., 2008). Benvindo et al. (2010) avaliaram genótipos de feijão-caupi em condições de cultivo de sequeiro e irrigado, compreendendo 17 linhagens e três cultivares. Quatro linhagens e uma cultivar foram mais precoces, com médias inferiores a 40 dias para a floração inicial, em cultivo de sequeiro. Em regime irrigado, os genótipos tiveram floração inicial média aproximadamente aos 37 dias. Nesse grupo de 22 genótipos, algumas linhagens se mostraram mais precoces em ambos os sistemas de cultivo, ocorrendo o mesmo para a cultivar BRS-Paraguaçu.

De 19 cultivares lançadas para a região Nordeste, sete são precoces como a cultivar BRS Rouxinol, com produtividade de 1.500 kg/ha em cultivo irrigado. Oito cultivares são médio-precoces, como a BR 17-Gurgueia com cerca de 1.960 kg/ha em cultivo irrigado, duas são de ciclo médio-tardio como a Emepa 1 e a BR 13-Caicó, ambas com cerca de 1.000 kg/ha em condições de sequeiro e duas têm ciclo médio como a BR 16-Chapéu-de-couro com 1.000 kg/ha em sequeiro (ANDRADE JUNIOR et al., 2003).

Para a região Norte, foram lançadas oito cultivares, sendo quatro de ciclo médio-precoce como a BR 5-Cana verde, com produtividade de 2.000 kg/ha em área de várzea e quatro cultivares de ciclo precoce como a cultivar BR 2-Bragança com produtividade de 2.000 kg/ha, também em área de várzea (ANDRADE JUNIOR et al., 2003).

4 FASES DE DESENVOLVIMENTO DA PLANTA

A ampla variabilidade genética do feijão-caupi se constitui em uma importante ferramenta para o desenvolvimento de genótipos adaptados às mais diversas condições ambientais e de cultivos. Como um ponto básico de um programa de melhoramento, a caracterização de germoplasma deve considerar as diferentes fases de desenvolvimento do feijoeiro, podendo-se para isso adotar uma escala baseada em Freire Filho et al. (2009) que tem a seguinte composição:

V_G: germinação, da semeadura à completa emergência dos cotilédones;

V_1: primeiro nó, nó cotiledonar, com folhas unifoliadas completamente abertas;

V_2: segundo nó do ramo principal com a primeira folha trifoliada com folíolos completamente abertos;

V_3: terceiro nó do ramo principal com folha com folíolos completamente abertos;

V_n: enésimo nó do ramo principal com folha com folíolos completamente abertos;

R_1: abertura da primeira flor;

R_2: surgimento das primeiras vagens, logo após a queda das corolas;

R_3: vagens em enchimento de grãos;

R_4: primeiras vagens com sinais de maturação fisiológica;

R_5: primeiras vagens com sinais de maturação de colheita.

4.1 Arquitetura da planta

A arquitetura da planta de feijão-caupi resulta da interação de vários caracteres como: hábito de crescimento, podendo ser indeterminado ou determinado, comprimento do hipocótilo, comprimento do epicótilo, comprimento dos entrenós, dos ramos principal e secundários e do pedúnculo das vagens, entre outros. Para os cultivos mais tecnificados que usam irrigação e/ou colheita mecânica, a arquitetura da planta das cultivares utilizadas se reveste de grande importância para obter os melhores resultados da tecnologia usada.

Quatro tipos principais de portes de plantas de feijão-caupi são descritos por Freire Filho et al. (2005), reconhecendo que existe uma ampla variação dentro de cada tipo. São considerados o tamanho dos ramos e o ângulo formado por eles. São os seguintes: Tipo 1 – Ereto: ramos principal e secundários curtos, entre outras características; Tipo 2 – Semiereto: ramos principal e secundários de tamanho curto a médio; Tipo 3 – Semiprostrado: ramos principal e secundários de tamanho médio, ramo principal ereto com os secundários inferiores tocando o solo; Tipo 4 – Prostrado: ramos principal e secundários longos, ramo principal curvado com os ramos secundários inferiores tocando o solo em quase toda a sua extensão.

Cultivares com crescimento indeterminado e portes semiprostrado e prostrado são adequadas para agricultura familiar que utiliza colheita manual. Entretanto, verificou-se que havia necessidade de se dispor de cultivares modernas que tivessem arquitetura do tipo ereto e porte mais compacto, podendo ser utilizadas tanto pela agricultura familiar quanto empresarial. Para atender a essa demanda, algumas cultivares com porte moderno foram lançadas, como a BRS – Guariba (FREIRE FILHO et al., 2006) e a BRS – Novaera (FREIRE FILHO et al., 2008) entre outras, além da cultivar BRS – Tumucumaque, recém-lançada.

Os genótipos de feijão-caupi passaram a ser avaliados de forma mais especializada, seja em relação aos portes, seja em relação aos sistemas de cultivo de sequeiro ou irrigado, ou mesmo em relação ao nível de mecanização do cultivo. Benvindo et al. (2010) avaliaram dezessete linhagens e três cultivares de feijão-caupi de porte semiprostrado, relacionando o potencial de rendimento de grãos ao ciclo do genótipo e à arquitetura da planta. O caráter comprimento do ramo principal, importante na determinação do porte da planta, assume valores distintos para o mesmo genótipo, quando este é cultivado em ambientes distintos como o irrigado e o de sequeiro. No estudo feito por esses pesquisadores, o genótipo TE97-309G-18 apresentou o menor comprimento do ramo principal dentre os genótipos avaliados quando cultivado sob irrigação, enquanto que em cultivo de sequeiro foi equivalente aos genótipos que apresentavam maior comprimento do ramo principal. Situação semelhante ocorreu com a cultivar BRS Marataoã que apresentou, sob irrigação, menor número de ramos laterais, caráter este também considerado na definição do porte, e, em condições de sequeiro, não diferiu dos demais genótipos.

4.2 Tipos de grãos

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pela Instrução Normativa nº 12, de 28 de março de 2008, estabeleceu o Regulamento Técnico do Feijão, definindo o seu padrão oficial de classificação com os requisitos de identidade e qualidade.

De acordo com a espécie a que pertence, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) classificou o feijão em dois grupos. O Grupo I – Feijão comum, quando proveniente da espécie *Phaseolus vulgaris* L. e o Grupo II – Feijão-caupi (feijão-de-corda ou feijão-macassar), quando proveniente da espécie *Vigna unguiculata* (L.) (Walp).

De acordo com a coloração do tegumento, o feijão-caupi foi classificado nas seguintes classes:

a) Classe branco: produto que contém, no mínimo, 90 % de grãos de coloração branca;
b) Classe preto: produto que contém, no mínimo, 90 % de grãos de coloração preta;
c) Classe cores: produto que contém, no mínimo, 90 % de grãos da classe cores;
d) Classe misturado: produto que não atende às especificações de nenhuma das classes anteriores.

De acordo com os percentuais de tolerância de defeitos graves – como matérias estranhas e impurezas, total de grãos mofados, ardidos e germinados, total de grãos carunchados e atacados por lagartas das vagens – e do total de defeitos leves, publicados na Tabela 1 do Regulamento Técnico da citada Instrução Normativa (Artigo 5º, Parágrafo 3º), o feijão-caupi é classificado em três tipos: Tipo 1 (alta qualidade), Tipo 2 (média qualidade) e Tipo 3 (baixa qualidade), além de poder ser classificado ainda em Fora do Tipo e Desclassificado.

O Artigo 10 desse Regulamento estabelece que o percentual de umidade tecnicamente recomendável para fins de comercialização do feijão é de 14 %.

Uma classificação mais detalhada, capaz de atender a diferentes públicos e finalidades, resultou da contribuição de Freire Filho et al. (2005), quando definiram algumas subclasses a partir das Classes Branco e Cores da classificação oficial, conforme apresentada a seguir:

a) Classe Branco: com o mínimo de 90 % de grãos de coloração branca, compreendendo as seguintes subclasses:

Subclasse Branca: cultivares com grãos com tegumento branco, liso, sem halo ou com halo pequeno, com ampla variação de tamanho e formas;

Subclasse Brancão: cultivares com grãos com tegumento branco, rugoso, reniformes, sem halo e relativamente grandes;

Subclasse Fradinho: cultivares com grãos com tegumento rugoso de cor branca e com um grande halo preto.

b) Classe Preto: com o mínimo de 90 % de grãos de coloração preta.

c) Classe Cores: com o mínimo de 90 % de grãos da classe cores, admitindo-se até 10 % de outras cultivares da classe cores, que apresentam contraste na cor ou no tamanho:

Subclasse Mulato: cultivares com grãos de tegumento de cor marrom, com tonalidade variando de claro a escuro e com uma variação de tamanhos e formas;

Subclasse Canapu: cultivares com grãos de tegumento de cor marrom-clara, relativamente grandes, bem cheios, levemente comprimidos nas extremidades, com largura, comprimento e altura aproximadamente iguais;

Subclasse Sempre-verde: cultivares com grãos de tegumento de cor esverdeada;

Subclasse Verde: cultivares que têm o tegumento e/ou cotilédones de cor verde;

Subclasse Manteiga: cultivares com grãos com tegumento de cor creme-amarelada;

Subclasse Vinagre: cultivares com grãos com tegumento de cor vermelha;

Subclasse Azulão: cultivares com grãos com tegumento de cor azulada;

Subclasse Corujinha: cultivares com grãos com tegumento de cor mosqueada cinza ou azulada;

Subclasse Rajada: são materiais que têm grãos com tegumento de cor marrom, com rajas longitudinais de tonalidade mais escura.

d) Classe Misturado: produto que não atende às especificações de nenhuma das classes anteriores.

4.3 Recursos Genéticos

O solo, a água e os recursos genéticos constituem o tripé da agricultura e da segurança alimentar da humanidade. Destes, o menos compreendido e que precisa ser mais preservado pelos povos ainda são os recursos genéticos (GOEDERT, 2007). No passado, poucos alimentos sustentaram os povos e à medida que o homem encontrou novas espécies vegetais foi acrescentando para a sua alimentação, sobrevivência e o estabelecimento de novas civilizações.

Estima-se que seja de grande magnitude todo o potencial que o mundo vegetal tem para oferecer em recursos genéticos, que ainda não são conhecidos.

Quanto à origem da agricultura e centros de origem, em uma abordagem histórica, considera-se que existe certa discordância sobre onde, como, porque e quando o homem começou a cultivar e domesticar plantas. A história da humanidade está ligada à da agricultura que é muito complexa, uma vez que não existem registros escritos e está baseada em evidências e conclusões extraídas de registros arqueológicos.

De acordo com Hawkes (1983), a agricultura se dividia em pré-agricultura e a agricultura de fato e, esta só surgiu quando o homem passou a ter melhor conhecimento de suas plantas, a cultura considerada domesticada e a agricultura finalmente estabelecida. Registros arqueológicos e alguns estudos de Hawkes (1983) indicam que a agricultura surgiu no mesmo período, em diferentes locais com cultivos diferentes.

O homem primitivo deixou de ser um caçador-coletor e assumiu o papel de produtor e gradativamente foi domesticando plantas e animais em decorrência das suas necessidades. Deve ter experimentado quase todos os recursos vegetais, distinguindo os que serviam para a sua alimentação (HEISER JUNIOR, 1977).

De Candolle (1967), precursor da fitogeografia, reconheceu que as informações botânicas, geográficas e arqueológicas deveriam ser integradas para uma melhor compreensão da origem da agricultura. Vale salientar que as primeiras referências sobre a origem das espécies cultivadas se devem a Alexander von Humbolt, seguido de Alphonse De Candolle, no século XIX (HAWKES, 1967; ZEVEN; DE WET, 1982).

Vavilov (1992), botânico russo considerado o pai dos recursos fitogenéticos, realizou com seus colaboradores um grande programa de coleta de plantas cultivadas pelo mundo e verificou que havia uma coincidência nos

centros de diversidade de táxons não relacionados. Segundo Valois et al. (1996) "táxon vem a ser o conjunto de organismos que apresenta uma ou mais características comuns e, portanto, unificadoras, cujas características os distinguem de outros grupos relacionados, e que se repetem entre as populações ao longo de sua distribuição". Baseando-se em um universo de 300 mil coletas e utilizando-se de conhecimento de taxonomia, genética, citologia e imunologia, bem como, histórico e arqueologia das espécies, raças e parentes silvestres, além de outros estudos, Vavilov (1992) indicou oito centros de origem ou de diversificação primária e secundária das plantas cultivadas. Uma boa parte desses centros coincidiu com áreas já indicadas por De Candolle (1967), estando assim distribuídos:

1 - Chinês;

2 - Indo-Malaio (Índia, Malásia e Oceania);

3 - Asiático Central (Afeganistão e Sul da Rússia);

4 - Oriente Próximo;

5 - Mediterrâneo (incluindo o Nilo);

6 - Abissínio (Etiópia);

7 - Sul do México e América Central (incluindo as Antilhas);

8 - Sulamericano (inclui Peru, Equador, Bolívia, Ilha Chiloé, Sul do Chile, Sul do Brasil e Paraguai).

Os estudos de Vavilov foram realizados nas décadas de 1910 a 1930, porém o norte-americano Jack Rodney Harlan rediscutiu a teoria de Vavilov sob uma visão mais moderna, propondo os termos Centros e Não Centros (*noncenter*) de origem das plantas cultivadas. Sendo três centros independentes de origem das plantas cultivadas e três não centros associados, com possíveis interações, onde teria sido disseminada a domesticação num raio de 5.000 a 10.000 km (HARLAN, 1971). Segundo esse autor, os centros estariam assim localizados:

A_1 – Centro do Oriente Próximo;

A_2 – Noncenter Africano;

B_1 – Centro Norte Chinês;

B_2 – Noncenters do Sudoeste Asiático e Pacífico Sul;

C_1 – Centro Mesoamericano;

C_2 – Noncenter da América do Sul.

Diversos estudiosos investigaram os chamados "Centros de Vavilov", surgindo diversas teorias, e desse modo há quatro conceitos (centro de origem do gênero, das espécies cultivadas, da agricultura e centro de diversificação), cujas distinções devem ser identificadas a fim de se evitar confusões.

Walter et al. (2005, p. 70) apresentaram a seguinte definição:

> Os centros de diversificação das plantas cultivadas são áreas onde é marcante a concentração de espécie do gênero que não precisam ser os mesmos de origem do gênero em questão, uma vez que as espécies cultivadas podem ter sido transportadas para locais distintos daqueles de onde se originaram. Do mesmo modo que os centros de diversificação das espécies cultivadas não precisam coincidir com os centros de origem dessas espécies ou com os centros de origem da agricultura.

5 CENTRO DE ORIGEM E DIVERSIDADE GENÉTICA DO FEIJÃO-CAUPI

Com ampla distribuição no mundo, o gênero *Vigna* ocorre nas regiões tropicais e subtropicais. Em levantamentos realizados por estudiosos, foi relatado um número próximo de espécies encontradas para o gênero Vigna como os sugeridos por Faris (1965) que catalogou 170 espécies. Steele e Mehra (1980) informaram que o gênero *Vigna* tem em torno de 160 espécies. Como a grande maioria dessas espécies está na África e 66 delas são endêmicas, o gênero *Vigna* provavelmente teve sua evolução ligada ao continente africano, é o consenso atual predominante. O que reforça esta afirmação é que as formas selvagens da espécie não têm sido encontradas fora da África. Steele e Mehra (1980) e Ng e Maréchal (1985) citam a Nigéria, no Oeste da África, como o centro primário de diversidade da espécie.

O estudo da totalidade dos genes presentes nas populações de uma mesma espécie foi alvo de pesquisas realizadas por vários autores, como mencionados por Freire et al. (2005), com destaque para Smartt (1990) que aplicou o conceito de conjunto gênico ao feijão-caupi. As raças ou espécies relacionadas foram classificadas, como se sabe, nos três conjuntos gênicos, o primário (CG1), o secundário (CG2) e o terciário (CG3). No feijão-caupi, em particular, segundo Smart (1990), essa espécie tem um grande conjunto

gênico primário, compreendendo dois subconjuntos, o CG1A constituído de espécies domesticadas e o subconjunto CG1B de espécies silvestres.

A identificação do conjunto gênico como reservatório gênico, descrito em glossário de recursos genéticos vegetais por Valois et al. (1996), considera três níveis de trocas gênicas, sendo o reservatório gênico primário (GP1) o que compreende os estoques domesticados da cultura e as formas parentais silvestres. O reservatório gênico secundário (GP2) que compreende as espécies silvestres que cruzam com a cultura principal. Por fim, o reservatório gênico terciário (GP3) que compreende as espécies silvestres que só cruzam com a cultura principal mediante tratamentos especiais.

Boa parte desses conjuntos gênicos encontra-se preservada em bancos de germoplasma de instituições internacionais como o do International Institute of Tropical Agriculture (IITA) na Nigéria, o do United State Department of Agriculture (USDA), nos Estados Unidos da América e o da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, do Brasil.

Os conjuntos gênicos CG1A e CG1B, por causa da intensificação na substituição de cultivares locais por melhoradas, precisam receber mais atenção para não sofrerem grandes perdas por erosão genética. Segundo Baudoin e Maréchal (1985), antes de se investir em cruzamentos com outras espécies do gênero Vigna, maior empenho deveria ser dado à coleta de germoplasma.

Os processos que ampliam a variabilidade genética como a recombinação genética e as alterações na estrutura e no número de cromossomos, com implicações no reservatório gênico (RAMALHO et al., 1990), requerem estudos aprofundados sobre as espécies do gênero Vigna, objetivando a obtenção de resultados mais promissores nos programas de cruzamento. Esses autores afirmaram que "a espécie nova oriunda do incremento no reservatório gênico pode possuir características que permitam a sua adaptação em condições ambientais antes não exploradas pelas espécies progenitoras. Além disso, devido à existência de vários complementos cromossômicos, um indivíduo qualquer, dessas espécies, pode possuir vários alelos para cada gene, o que possibilita ampliar a variabilidade genética através da recombinação".

6 IMPORTÂNCIA DA COLETA DE GERMOPLASMA

Desde a Antiguidade que a humanidade dependeu da coleta de germoplasma para atender às suas necessidades. Germoplasmas vegetais são coletados visando-se a conservar e ampliar a base genética a ser utilizada em possíveis programas de melhoramento vegetal, para espécies tradicionalmente cultivadas. Portanto, as ações de conservação devem priorizar tanto a diversidade de espécies vegetais úteis, quanto a diversidade genética dentro de cada espécie, que são fatores importantes para a manutenção, produção e abastecimento de alimentos no mundo (PRESCOTT-ALLEN; PRESCOTT-ALLEN, 1990). Para tais ações, a coleta de germoplasma é indispensável.

São muitas as razões da importância de se coletar germoplasma e Engels et al. (1995) elegeram quatro como as principais para a coleta de um dado conjunto gênico em uma área. São elas:

1 - O germoplasma em perigo de erosão genética ou de extinção;

2 - A demanda pelo germoplasma é claramente expressa por usuários em âmbito nacional ou internacional;

3 - A perda da diversidade que o germoplasma representa ou é insuficientemente representado nas coleções *ex situ* existentes; e

4 - O conhecimento sobre o germoplasma deve ser ampliado.

7 CONCEITOS E ORGANIZAÇÕES PARA OS RECURSOS GENÉTICOS

Diante dos aspectos abordados nos itens anteriores, convém rever alguns conceitos relacionados com os recursos genéticos. Por exemplo, segundo Valois et al. (1996), entende-se por "recursos genéticos vegetais a diversidade genética contida nas cultivares tradicionais e nas cultivares modernas, assim como, as espécies silvestres que podem ser usadas para a alimentação, rações de animais, fibra, roupas, madeiras, energia, entre outros usos do homem". Os mesmos autores expõem que "germoplasma é a base física do cabedal genético que reúne o conjunto de materiais hereditários de uma espécie". No dicionário de recursos fitogenéticos Elsevier's Dictionary of Plant Genetic Resources, editado pelo International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1991), germoplasma é definido como

"o material genético que constitui a base física da herança e que se transmite de uma geração para a outra por meio de células reprodutivas".

O germoplasma governa o processo da hereditariedade e o mesmo existe de diferentes formas, sendo as mais frequentes a semente, a planta *in vivo* ou *in vitro*, o bulbo, o tubérculo, o rizoma, a estaca, o grão de pólen, o meristema *in vivo*, o microorganismo e o DNA.

Outro enfoque a considerar para os recursos genéticos diz respeito à atenção da comunidade científica internacional para as perdas de materiais genéticos das plantas cultivadas. A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) realizou em 1972, a Conferência sobre o Homem e o Meio Ambiente na cidade de Estocolmo, onde concluiu que medidas urgentes e efetivas eram necessárias para deter os processos de erosão genética decorrente da forte substituição das variedades primitivas por cultivares melhoradas, ameaçando a sobrevivência dos seres humanos. Após esse evento, seguiram-se outros e várias ações consistentes foram tomadas referentes à importância do manejo e conservação do recurso genético como:

1974 - Criação do International Board for Plant Genetic Resources – IBPGR, atualmente International Plant Genetic Resources Institut – IPGRI.

1983 - Criação da Comissão de Recursos Genéticos Vegetais durante a Conferência Técnica Internacional da FAO e essa comissão elaborou o Compromisso Internacional sobre os Recursos Genéticos.

1996 - Elaboração do Plano de Ação Global (Global Plan of Action – GPA) que contém vinte itens prioritários para o desenvolvimento e a integração dos países em benefícios de todos, referente à Conservação e Utilização Sustentável dos Recursos Genéticos para a Alimentação e Agricultura (FAO, 1996).

No Brasil, a organização dos recursos genéticos passa pela preocupação com a perda desses recursos decorrente da crescente erosão e, associada à ação mundial para deter essa causa, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, em 22 de novembro de 1974 criou o Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos, atual Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – Cenargen. Este Centro coordena e realiza, de forma objetiva e programada, as atividades de intercâmbio, quarentena, coleta, avaliação, caracterização, conservação, documentação e informação de recursos genéticos, envolvendo espécies vegetais autóctones e exóticas, além

de raças de animais naturalizados em perigo de extinção, como também, suas atividades em biotecnologia e controle biológico (GOEDERT, 2007).

Para maior apoio às atividades relacionadas aos recursos genéticos e à disponibilização de uma estrutura mais adequada, conjuntamente com as instituições parceiras do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária – SNPA, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia criou e coordena o Sistema de Curadoria de Germoplasma, o Sistema Brasileiro de Informação de Recursos Genéticos – Sibrargen, além de promover a capacitação técnica dos curadores de produtos, adjuntos e dos curadores de bancos ativos de germoplasma (WETZEL et al., 2005).

A Embrapa criou o Programa Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos (PNPRG), tendo como coordenadora do programa no âmbito nacional a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia que organizou, então, a primeira Rede de Bancos Ativos de Germoplasma. As atividades de manejo de recursos genéticos que disponibilizam material para a criação de novas cultivares contam com coleções de germoplasma de três tipos como descrito por Valois et al. (1996):

1. Coleção de Trabalho – coleção de acessos geralmente composta por germoplasma elite e para propósitos específicos do melhorista;
2. Coleção Ativa – com acessos para atender às exigências atuais do melhoramento da cultura na Embrapa e no Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, compreendendo dois ciclos: plantas vivas no campo e sementes para regeneração ou multiplicação de materiais;
3. Coleção de Base – mais abrangente, com acessos conservados a longo prazo, e vista como uma estratégia de segurança. As coleções de base existentes são todas de sementes ortodoxas e seus materiais não são utilizados para intercâmbio.

A Coleção de Base do Feijão-caupi visa assegurar e atender aos interesses futuros dos programas de melhoramento dessa espécie no Brasil. Até 1990, o Banco Ativo de Germoplasma de Feijão-caupi (BAG – Feijão-caupi) estava localizado na Embrapa Arroz e Feijão, em Goiânia/GO, que respondia pela manutenção da Coleção de Trabalho e da Coleção Ativa, conservadas a curto e médio prazo. A partir de 1991, a responsabilidade do melhoramento genético do feijão-caupi juntamente com a Coleção Ativa de Feijão-caupi passou a ser responsabilidade da Embrapa Meio-Norte no Piauí. Como informaram Wetzel et al. (2005), "A Coleção de Base do Feijão-caupi contém todo o acervo de acessos de germoplasma coletado e

introduzido no Brasil e segue mantida na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Essa coleção é conservada por longo prazo na temperatura de -20ºC, com sementes secas a 7% de umidade, embaladas em sacos impermeáveis e herméticos".

Um amplo sistema de documentação (Sibrargen), contendo toda a base de dados das Coleções Ativa e de Base é mantido na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Essa unidade da Embrapa tem a atribuição de coordenar e processar o intercâmbio de germoplasma e, portanto, todas as introduções solicitadas pela Embrapa Arroz e Feijão e pela Embrapa Meio-Norte ou por outras instituições do SNPA.

De 1989 a 1996, os países que mais contribuíram para o acervo da Coleção de Base de Feijão-caupi da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia foram a Nigéria (IITA), os Estados Unidos, a Índia e a Austrália. Quanto às exportações, foram de pequeno número para países das Américas do Sul e Central, e da África (WETZEL, 2005). Visando a ampliar a variabilidade genética do germoplasma de feijão-caupi, expedições de coleta de amostras nas principais regiões produtoras do Brasil são realizadas periodicamente. No âmbito do Nordeste, além da Embrapa Meio Norte, mantém suas coleções a Universidade Federal do Ceará e o Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), com coletas permanentes.

7.1 Caracterização e avaliação de germoplasma

Caracterização é a descrição e o registro das características morfológicas, citogenéticas, bioquímicas e moleculares do indivíduo, que são pouco influenciadas pelo ambiente em sua expressão. Aplica-se a descritores de acessos componentes de uma coleção de germoplasma ou banco de genes. A caracterização e dados de passaporte são componentes vitais do germoplasma, com perspectivas de utilização em programas de pesquisa (VALOIS et al., 1996).

Avaliação é o registro de características influenciáveis por fatores bióticos e abióticos.

A descrição de um acesso assegura a sua identidade genética, sua manutenção e seu potencial de exploração, com o uso de descritores para cada uma de suas características sejam elas: morfológicas, agronômicas, fisiológicas, citogenéticas ou bioquímicas. Os descritores usados para acessos de feijão-caupi foram adaptados do IBPGR (1983) e adaptados de Araújo et

al. (1984), e se encontram relacionados a seguir: data de plantio; emergência; floração inicial e média; cor da flor; forma do folíolo central; distribuição das vagens na copa da planta; hábito de crescimento; porte da planta; maturação de colheita, cor da semente e outros.

As sementes do gênero Vigna são ortodoxas e para conservá-las é recomendado seguir as normas e os padrões estabelecidos pelo IBPGR (1992). Todavia, em virtude das condições tropicais brasileiras, algumas alterações foram necessárias quanto ao número de sementes de cada acesso e quanto às porcentagens de germinação recomendadas para cada espécie (FAIAD et al., 1998).

Para o armazenamento de cada acesso de sementes, várias atividades são necessárias como: inspeção visual, limpeza da amostra, secagem das sementes, determinação do grau de umidade, determinação do número de sementes, teste de germinação, teste de sanidade, acondicionamento dos acessos, procedimento de conservação, monitoração do germoplasma, regeneração e multiplicação de sementes e documentação. No caso da documentação, forma-se um banco de dados que vem a ser um módulo interativo do Sistema Brasileiro de Informação dos Recursos Genéticos (CAJUEIRO et al., 2002).

8 O SEMIÁRIDO E O BIOMA CAATINGA

As regiões áridas e semiáridas representam 55% das terras do mundo, perfazendo 2/3 da superfície total de 150 países e abrangendo ao redor de 700 milhões de pessoas. As regiões com características de aridez e semiaridez na América Latina e Caribe estão localizadas na Argentina, Brasil, Chile e México (CANDIDO et al., 2005). No Brasil, o semiárido corresponde a uma das seis grandes zonas climáticas e ocupa cerca de 800.000 km^2, totalizando 11% do território nacional e 58% do território nordestino (ANDRADE, 1977; SAMPAIO; RODAL, 2000; DRUMOND et al., 2004).

O Nordeste brasileiro tem a maior parte do seu território, cerca de 60%, incluída no clima semiárido, cuja abrangência coincide aproximadamente com a área do "Polígono das Secas", uma divisão político-administrativa regional, havendo uma sobreposição quase completa entre semiaridez e as fisionomias da vegetação conhecidas genericamente como caatingas. A área incluída no "Polígono das Secas" é de 1.083.790,7 km^2, distribuída

em 1.348 municípios, enquanto a área com clima semiárido é de 957.999,3 km^2, distribuída em 1.031 municípios (GUSMÃO et al., 2006).

A Caatinga, bioma do semiárido brasileiro, é um mosaico de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas que cobre a maior parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte nordeste de Minas Gerais, no vale do Jequitinhonha. Estendendo-se por cerca de 735.000 km^2, a Caatinga é limitada a leste e a oeste pelas Mata Atlântica e Amazônica, respectivamente, e ao sul pelo Cerrado (LEAL et al., 2003).

O termo "Caatinga" é de origem Tupi e significa "floresta branca", referindo-se ao aspecto da vegetação durante a estação seca, quando a maioria das árvores perde as folhas e os troncos esbranquiçados e brilhantes dominam a paisagem (PRADO, 2003).

Conforme o sistema de classificação de Köppen, o clima da região é semiárido, do tipo BSh, quente, com baixa pluviosidade (entre 250 e 800 mm anuais). O clima colabora para uma das características marcantes da região semiárida, a deficiência hídrica dos solos, que é originária tanto da baixa pluviosidade, elevada evapotranspiração e da má distribuição das chuvas ao longo do ano, aliado à baixa capacidade de retenção de água nos solos. O número de meses de seca aumenta da periferia para o centro da região. Existem duas estações distintas durante o ano: a estação chuvosa, de três a cinco meses, com chuvas irregulares, torrenciais, locais, de pouca duração, e a época seca, de sete a nove meses, quase sem chuvas.

O início da época chuvosa varia bastante entre as diferentes regiões do Nordeste e oscila também dentro de uma mesma região, de um ano ao outro. A quantidade de chuvas pode alcançar, em anos de alta pluviosidade, até 1.000 mm/ano e em anos de seca, apenas 200 mm/ano, em certas regiões. A temperatura média oscila entre 24 e 26ºC e varia pouco durante o ano. A insolação é muito forte, visto que a região se situa perto do Equador. Ainda ocorrem, na época sem chuvas, ventos fortes e secos que contribuem para a aridez da região (NIMER, 1972; SAMPAIO, 1995; MAIA, 2004; GUSMÃO; MAIA, 2006).

A Caatinga, como uma formação vegetal altamente ameaçada, está envolvida pela ideia da improdutividade, segundo a qual seria uma fonte menor de recursos naturais. Essa ideia parece estar sempre relacionada às áreas áridas e semiáridas de todo o mundo. Comumente, a Caatinga está associada ao fornecimento de recursos madeireiros e medicinais (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2002). Porém, a economia da zona do semiárido

apresenta-se como um complexo de pecuária extensiva e agricultura de baixo custo que renderam muito, apoiadas nos consórcios formados por algodão, milho, feijão e mandioca. Esse tipo de agricultura de subsistência é altamente vulnerável ao fenômeno das secas (MARENGO, 2008). Embora a região semiárida brasileira seja mais populosa do que as demais áreas semiáridas do mundo, com mais de 20 milhões de habitantes, representando aproximadamente 18,9% do total da população do país, a expectativa de vida e a renda *per capita* nessa região são as mais baixas do país, ocasionando uma taxa elevada de analfabetismo. Para sobreviver em tais condições, o sertanejo desenvolveu uma estrutura sociocultural peculiar e um forte relacionamento com o uso dos recursos naturais disponíveis na região (GIULIETTI; QUEIROZ, 2006).

9 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRODUÇÃO

As condições edafoclimáticas a que se submete o feijão-caupi evidenciam o elevado grau de adaptabilidade que essa planta apresenta, pois esse fato pode ser entendido diante da possibilidade de desenvolvimento da cultura desde a latitude de 40ºN até 30ºS, seja em terras altas ou em terras baixas, como se constata no Oeste da África, na Ásia, na América Latina e na América do Norte (RACHIE, 1985).

O feijão-caupi, possuidor de ampla adaptação para cultivo em condições ambientais muito variadas, pode ser produzido em quase todos os tipos de solos como, principalmente, nos Latossolos amarelos, Latossolos vermelho-amarelos, Argissolos vemelho-amarelos e Neossolos flúvicos. Solos com regular teor de matéria orgânica, soltos e profundos, arejados e de média a alta fertilidade permitem o desenvolvimento do feijão-caupi (ANDRADE JUNIOR et al., 2003). Mesmo outros solos como Latossolos e Neossolos quartzarênicos com baixa fertilidade podem ser utilizados, desde que se use uma adubação apropriada.

Nas áreas de cultivo, elementos ligados ao clima como, principalmente, a precipitação e a temperatura do ar, o fotoperíodo, vento e radiação solar são importantes fatores de influência na implantação da cultura. No caso da precipitação, sabe-se que o feijão-caupi necessita de um mínimo de 300 mm ao longo do ciclo, entretanto, para que o seu desenvolvimento seja satisfatório nessas condições é necessária uma boa distribuição. Para a temperatura, a faixa ótima para o bom desenvolvimento da cultura é de

18ºC a 34ºC. Embora seja uma faixa que permita o cultivo do feijão-caupi em muitas regiões, deve-se considerar que baixas temperaturas, inferiores a 18ºC, comprometem a produtividade, o ciclo é aumentado e há o retardamento do florescimento. Já as temperaturas superiores a 35ºC provocam o aborto espontâneo das flores e diminuem o número de sementes por vagens (CAMPOS et al., 2010).

Diante das variações de temperatura e da distribuição das chuvas nas áreas de cultivo, tem-se obtido bons resultados com a determinação da melhor época de semeadura, permitindo assim satisfazer as exigências mínimas da espécie (PINHO et al., 2005).

Como se sabe, o cultivo de feijão-caupi apresenta riscos climáticos diferenciados em função da época de semeadura e do tipo de solo. Assim, levando-se em conta o tamanho da área explorada no Ceará, o zoneamento de risco climático para a cultura do feijão-caupi se fez necessário para se regionalizar as áreas de baixo, médio e alto risco climático, definindo-se as melhores épocas de semeadura para cada ambiente (ANDRADE JUNIOR et al., 2007).

9.1 Consórcio: arranjo produtivo para o feijão-caupi

No Norte e Nordeste do Brasil, com intensa participação da agricultura familiar, a prática da consorciação de grandes culturas é usada com muita frequência, buscando-se obter um uso mais eficiente da terra, entretanto, o rendimento de cada uma delas sofre reduções que dependem do grau de participação da cultura no arranjo e da competição entre elas. Por exemplo, em estudo feito por Távora et al. (2007), foi observado que o rendimento do feijão-caupi, em consórcio com o milho, foi melhor quando a proporção de participação da leguminosa no arranjo foi aumentada, chegando a ter mais de 100% de aumento quando se passou de 25% para 75% de participação do feijão. Consorciado com o sorgo, os rendimentos de feijão-caupi não aumentaram significativamente quando a proporção de participação foi aumentada. O milho e o sorgo determinaram reduções no rendimento do feijão-caupi. Os componentes de produção para o feijão-caupi não foram influenciados pelos sistemas de plantio, observando-se até grande estabilidade das variáveis comprimento médio de vagens, peso de vagem, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos, nos sistemas de plantio solteiro e consorciado.

O feijão-caupi, por ter ciclo vegetativo curto e apresentar baixa habilidade competitiva nos consórcios com a cultura do milho, mostra-se favorável para esta gramínea (CARDOSO et al., 1992).

Outras associações de culturas usadas como feijão-caupi e mamona, feijão-caupi e mandioca, feijão-caupi e algodão herbáceo e feijão-caupi e girassol são boas alternativas para os produtores que dependem de pequenas áreas para a exploração agrícola nas diversas regiões do semiárido brasileiro.

O consórcio feijão-caupi e mamona, por envolver duas culturas com características de adaptação à seca, é recomendado para as regiões semiáridas, em regime de sequeiro. Além das espécies que compõem o sistema, merece destacar que outros aspectos básicos são também importantes, como a escolha do melhor arranjo de plantio e a definição da população ideal de plantas para as culturas envolvidas. Esses aspectos são fundamentais para que o consórcio apresente bons rendimentos (AZEVEDO, 1990). O feijão-caupi sofre redução no rendimento quando consorciado com a mamoneira em relação ao plantio isolado (CORRÊA et al., 2008), resultado esse também verificado por Távora et al. (1988).

Para o feijão-caupi consorciado com a mandioca, sistema muito pesquisado em várias regiões brasileiras, sugerem-se cultivares de feijão com porte ereto ou semiereto, como verificado por Alves et al. (2009). Cultivares de porte prostrado produziram mais quando se usou o milho como suporte (ALVES et al., 2007). Em estudo realizado em áreas de cerrado de Roraima por Alves et al. (2009), observou-se que não houve nenhuma influência das cultivares de mandioca nos índices de grão seco (representado pela percentagem da massa dos grãos secos na vagem seca) e de grão verde de feijão-caupi (percentagem da massa dos grãos verdes na vagem verde). Esses autores observaram, também, que as receitas obtidas com a comercialização da produção de vagens verdes de três cultivares foram suficientes para cobrir o custo variável total do sistema de consórcio do feijão com duas cultivares de mandioca envolvidas. Concluíram, ainda, que esse consórcio pode apresentar relação benefício/custo positiva, seja na comercialização de vagem verde ou naquela resultante da produção de grão seco.

Devido à importância socioeconômica da mandioca e do feijão-caupi na Mesorregião Nordeste paraense, o cultivo consorciado dessas duas culturas é mais rentável que o monocultivo das mesmas, seja para a agricultura familiar ou empresarial (NICOLI et al., 2006).

O consórcio feijão-caupi e algodão herbáceo, estudado por Oliveira (2010), para determinação de parâmetros para estimativa do risco climático no consórcio, mostrou-se mais vantajoso que o cultivo solteiro apenas quando os níveis de umidade do solo foram reduzidos. Mesmo assim, a agricultura tradicional, praticada no Nordeste brasileiro por pequenos e médios agricultores, tem no consórcio o seu mais importante sistema de cultivo.

Quanto ao girassol, que se destaca entre as oleaginosas, além de se constituir em uma rica fonte nutritiva tanto para o homem como para o animal, atualmente figura como uma importante alternativa para obtenção de biocombustível. Trata-se de uma planta que se adapta muito bem ao clima semiárido brasileiro. O cultivo do girassol consorciado com outras espécies tem se mostrado vantajoso em relação ao monocultivo (VALE et al., 2011), apesar de reduzir, por exemplo, a produtividade do feijão-caupi na consorciação, o que se atribui ao sombreamento causado pelo girassol.

9.2 Irrigação: alternativa para alta produtividade

Para o uso da irrigação na cultura do feijão-caupi, temas como estresse hídrico, demanda hídrica, sistemas de irrigação, manejo da irrigação, balanço hídrico do solo, suspensão da irrigação e viabilidade econômica da irrigação precisam ser bem conhecidos e melhor utilizados para uma melhor expressão da capacidade produtiva dessa leguminosa.

O estresse hídrico, quando ocorre nas fases de floração e de enchimento dos grãos, pode causar severas reduções na produtividade de grãos do feijão-caupi (CORDEIRO et al., 1998). Esse estresse afeta ainda a fixação simbiótica de nitrogênio e a produção de matéria seca da parte aérea, em face da alteração de processos fisiológicos, como constatado por Costa et al. (1996).

A cultivar, o solo e as condições climáticas locais são variáveis que devem ser consideradas para se avaliar o consumo de água requerido durante todo o ciclo do feijão-caupi, que pode variar de 300 a 450 mm. Cada fase da cultura apresenta o seu requerimento, porém, durante o período compreendido entre as fases de crescimento e de enchimento das vagens, o consumo de água pode chegar até 5,5 mm diários. O conhecimento prévio do manejo de água em cada fase de desenvolvimento da cultivar pode levar a uma maximização da sua capacidade produtiva. Cardoso et al. (1998)

observaram que, com um consumo de 338,8 mm durante todo o ciclo da cultivar BR 17 – Gurgueia, o consumo médio diário foi de 6,8 mm.

Como se sabe, vários fatores devem ser levados em conta para se definir o sistema de irrigação a utilizar. Dentre eles, pode-se destacar o solo e o clima da região de cultivo e, para o feijão-caupi, o sistema de irrigação por aspersão oferece grande versatilidade, podendo se ajustar a diferentes situações.

Por sua vez, no manejo da irrigação, que tem o método do balanço de água no solo como o mais recomendado para sua execução, considera-se que a irrigação deve ser proporcional à quantidade de água evapotranspirada. Por outro lado, a suspensão da irrigação, que depende da cultivar ao se tratar de feijão-caupi, quando são utilizadas cultivares de porte ereto e semiereto, deve ser feita quando 50% das vagens estiverem amarelas. Em cultivares de crescimento indeterminado, com elevado potencial produtivo, a irrigação pode ser estendida até uma terceira colheita (ANDRADE JUNIOR et al., 2003).

Diante das respostas do feijão-caupi à utilização da prática da irrigação, reveladas pela obtenção de elevados níveis de produtividade, muitas pesquisas foram realizadas nos mais variados ambientes. Como comentado por Andrade Junior et al. (2005), a produtividade de grãos e os componentes de produção foram enfocados em vários estudos. Por exemplo, nas condições edafoclimáticas de Petrolina, cinco lâminas de água e quatro doses de adubação nitrogenada foram avaliadas e entre os componentes de produção, o número de vagens por planta apresentou efeito linear em função da lâmina aplicada (SILVA, 1978). No Rio Grande do Norte, em estudo envolvendo cinco lâminas de água e três densidades de plantio, observou-se que a produção de grãos foi afetada apenas pelas lâminas de irrigação e, em relação aos componentes de produção, as lâminas influenciaram o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem (ESPÍNOLA et al., 1992).

Nos Tabuleiros Costeiros do Piauí, com a avaliação do efeito de quatro lâminas de irrigação e três doses de fósforo, atingiu-se uma produtividade de grãos de feijão-caupi de 1.300 kg/ha, combinando 415,7 mm de lâmina d'água com a dose de 180 kg/ha de fósforo (NOGUEIRA; NOGUEIRA, 1995).

Em um solo Neossolo Flúvico, Lima et al. (1999) estudaram o efeito de cinco lâminas de irrigação sobre a produtividade de três cultivares de feijão-caupi, as quais apresentaram produtividades máximas em determinada

lâmina, destacando-se a cultivar João Paulo II, com 1.429 kg/ha, quando recebeu uma lâmina de 240,27 mm.

Em outra pesquisa em solos arenosos, observou-se que o componente de produção que apresentou maior variabilidade positiva em resposta às lâminas de irrigação aplicadas foi o número de vagens por planta. Inclusive, nesse estudo, onde as lâminas variaram entre 317 e 455 mm, obteve-se produtividade superior a 2.000 kg/ha de grãos secos. Para cultivares indicadas para produção de grãos verdes, foram obtidas produtividades superiores a 3.000 kg/ha correspondentes à cultivar BR 10 – Piauí, usando-se lâmina de irrigação no intervalo de 348,9 a 409,2 mm (ANDRADE JUNIOR et al., 2005).

A influência das lâminas de irrigação foram estudadas, também, em relação às outras características importantes, próprias da fisiologia e morfologia do feijão-caupi. Assim, o acúmulo de matéria seca em cultivares causado pelo aumento da lâmina aplicada é um exemplo, ressaltando-se que a elevada quantidade de biomassa não significa sempre alta produtividade de grãos. As variações dos níveis de lâmina de irrigação aplicada afetam também o número de folhas das cultivares, o índice de área foliar, que assume maiores valores com a aplicação de maiores lâminas, e a taxa de crescimento da planta, que pode ser afetada pelas condições hídricas do solo. Quanto à influência das lâminas de irrigação sobre a taxa assimilatória líquida, alguns resultados de pesquisas apresentaram variações durante o ciclo da cultura, assumindo valores mais elevados, ora nos tratamentos mais úmidos, ora naqueles que receberam menores lâminas de água, o que impede concluir que o estresse hídrico possa afetar a taxa de assimilação líquida (ANDRADE JÚNIOR et al., 2005).

Por fim, a irrigação do feijão-caupi, além de necessitar da melhoria de vários procedimentos de manejo, deve ser acompanhada por todas as demais práticas exigidas pela cultura, para obtenção de resultados econômicos compensadores.

10 DOENÇAS DO FEIJÃO-CAUPI

Dentre os vários fatores que limitam a produção do feijão-caupi no Brasil e, de modo especial no semiárido, encontram-se os insetos e as doenças causadas por fungos, vírus e nematóides, os quais influenciam na qualidade e na quantidade do feijão produzido, sendo que os vírus e os fungos

agrupam o maior número de patógenos nocivos a essa cultura (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000). Para o controle desses patógenos, medidas preventivas foram aperfeiçoadas e produtos qualificados como fungicidas, nematicidas e inseticidas, desenvolvidos pela indústria química e usados em larga escala na agricultura mundial. Essas substâncias químicas, embora tenham contribuído para o aumento da produtividade, também trouxeram consideráveis danos ambientais. Atualmente, a agricultura moderna exige o desenvolvimento de tecnologias alternativas de controle de doenças que venham minimizar a degradação ambiental imposta pelo homem (OLIVEIRA, 2006).

10.1 Doenças causadas por vírus

Dentre as doenças de etiologia viral, são relatados cerca de 20 tipos diferentes infectando essa cultura (THOTTAPPILY; ROSSEL, 1985), contudo, no Brasil predominam quatro grupos de vírus que atacam o feijão-caupi: a) Comovírus - vírus do mosaico severo do caupi; b) Potyvirus - vírus do mosaico do caupi transmitido por pulgão; vírus do mosaico do caupi, variedade "blackeye"; vírus da faixa verde das nervuras; vírus do mosaico rugoso do caupi; vírus do mosqueado severo do caupi; c) Geminivírus - mosaico dourado do caupi; d) Cucumovírus - vírus do mosaico do pepino. Todos, de grande importância econômica, tendo em vista os danos causados na produtividade de grãos (LIMA; SANTOS, 1988).

Particularmente, no Nordeste brasileiro, os principais vírus que infectam o feijão-caupi são: *Cowpea severe mosaic virus* (CpSMV), *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CpAMV), *Cowpea golden mosaic virus* (CpGMV) e *Cucumber mosaic virus* (CMV).

O **mosaico severo do caupi** (CpSMV): causado pelo vírus do mosaico severo do caupi, pertencente ao gênero *Comovirus* (Comoviridae), sua ocorrência é relatada desde 1947, sendo o primeiro relato do CpSMV no Brasil observado por Oliveira (1974) no Rio Grande do Sul e desde então sua distribuição alcançou todas as regiões produtoras do feijão-caupi, principalmente, no Estado do Piauí onde provoca perdas expressivas na produção (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000). Suas partículas possuem forma isomérica, com aproximadamente 28 nm de diâmetro, constituídas de duas moléculas de RNA de fita simples, denominadas RNA1 ou RNA-B ("bottom component"), que codificam proteínas para replicação, e RNA2 ou RNA-M ("middle component") que codifica proteínas para o movimen-

to célula a célula e a longa distância, e as proteínas do capsídeo, sendo que ambas são necessárias para infecção sistêmica na planta (CHEN; BRUENING, 1992; HULL, 2002). O CpSMV parasita apenas a parte aérea da planta e é de fácil transmissão mecânica, transmitido na natureza de forma semi-persistente por vários coleópteros da família Chrysomelidae, com destaque para *Cerotoma arcuata* Olivier (vaquinha) (COSTA et al., 1978).

Mosaico do caupi transmitido por afídeos (CpAMV): causado pelo vírus do mosaico do caupi transmitido por afídeos, os sintomas da doença são variados, dependendo da estirpe do vírus e dos níveis de suscetibilidade da cultivar, sendo o mais comum mosaico intenso no limbo foliar, formado por áreas verdes normais entremeadas por áreas cloróticas, faixas verdes escuras nas nervuras, distorção das folhas e redução no crescimento da planta. Pode ser transmitido mecanicamente ou pela utilização de várias espécies de pulgão como *Aphis craccivora* Kock, *A. fabae* Scop., *A. gossyppii* Glover, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas e *Myzus persicae* Sulzer. No campo, as condições que induzem grandes populações de vetores, aliadas à transmissão desse vírus por sementes e presença de hospedeiros naturais, desempenham papel fundamental no processo epidemiológico da doença. As medidas de controle dessa doença compreendem: a) diminuição do inóculo e retardamento, ao máximo, da disseminação do patógeno, pela eliminação de plantas de caupi remanescentes de cultivos anteriores, e de outros hospedeiros naturais, e do combate aos insetos vetores; b) uso de cultivares resistentes ou imunes (PIO-RIBEIR; ASSIS FILHO, 2005).

Mosaico dourado do caupi (CGMV): causado pelo vírus do mosaico dourado do caupi, é bastante disseminado em todas as regiões produtoras do caupi. A doença, inicialmente, se expressa na forma de pequenas pontuações verde-amareladas que podem crescer em formato e extensão, cobrindo toda a superfície do limbo foliar, finalizando por deixar os folíolos com coloração amarelo dourado. O vírus é transmitido, na natureza, pela mosca branca *Bemisia tabaci*, não sendo transmitido por sementes nem por métodos mecânicos. Quanto ao controle desse vírus, recomenda-se o emprego de cultivares com alguma resistência ou tolerância (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000).

Mosaico do pepino (CMV): o agente causal é o vírus do mosaico do pepino, que originalmente causa enfermidades em pepino, de onde surgiu o seu nome. Possui partículas isométricas, com aproximadamente 25 nm de diâmetro, e se encontra em quase todos os locais onde se cultiva o feijão-caupi. Os sintomas são bastante suaves quando se manifesta iso-

ladamente, sendo observado discreto mosaico nos folíolos, acompanhado de leve redução do porte das plantas. Pode ser encontrado em sinergismo com potyvirus, quando podem surgir outros sintomas como faixa verde nas nervuras, distorção foliar e forte nanismo. O vírus é transmitido entre plantas por pulgões e pode ser propagado por sementes, sendo uma via de grande importância na sua epidemiologia, pois permite disseminação espacial e temporal da enfermidade. O uso de sementes certificadas e o controle de pulgões são as medidas recomendadas para o controle dessa doença (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000).

10.2 Doenças causadas por Fungos

Há um grande número de espécies de fungos fitopatogênicas identificadas. Araújo (1985) relata que aproximadamente 70 espécies de fungos foram isoladas de sementes de feijão-caupi originadas de diferentes estados brasileiros. Muitos desses fungos apresentaram comprovada patogenicidade. Entretanto, o baixo impacto econômico representado pela maior parte das doenças causadas por esses fitopatógenos remete-os a uma posição secundária do ponto de vista dos investimentos em pesquisa científica, pois muitas delas são de importância localizada. Contudo, alguns fungos apresentam um maior impacto econômico, merecendo, assim, maior atenção (RIOS, 1988).

Espécies de *Phytium* sp e *Rhizoctonia solani* estão associadas a podridões de raiz-colo-caule e doenças foliares. As doenças causadas por espécies de *Pythium* apresentam lesões assumindo tonalidade esverdeada, de aspecto aquoso. Por outro lado, os sintomas de doença causada por *R. solani* em plântulas são logo perceptíveis no caule, onde observam-se lesões deprimidas, alongadas e marrons, circulando todo o colo da planta. Os sintomas da mela são observados inicialmente nas folhas próximas ao solo, com manchas de formato irregular que coalescem, causando uma necrose e a posterior união das folhas da planta pela teia formada pelos micélios do fungo (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2007; ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000). A doença provoca sérios danos ao feijão-caupi, ocorrendo, em geral, até a terceira semana após o plantio, na dependência de haver alta umidade e alta temperatura (FERREIRA et al,. 2009).

As espécies de *Fusarium*, em geral, estão associadas a podridões de raiz-colo-caule, como, por exemplo, a podridão seca e a murcha de Fusarium. A podridão seca é causada por *F. solani* que pode causar perdas de

até 86% na cultura. Os sintomas podem variar de pequenas listras amarronzadas até listras espessas que culminam por afetar todo o tecido abaixo do solo. Enquanto que a murcha ou amarelecimento de fusarium é causada por *F. oxysporum*, um patógeno que causa dessecação vascular, pois penetra nos tecidos internos da raiz e do hipocótilo, onde se verifica a necrose do tecido caracterizada por uma distinta descoloração marrom. Como medidas de controle de doenças causadas por esses patógenos sugerem-se o emprego de cultivares resistentes, uso de sementes sadias e evitar o plantio em áreas com alta densidade de inóculo (ALLEN et al., 1996).

As espécies de *Macrophomina* estão sempre associadas a podridões do caule, a exemplo da podridão cinzenta do caule em feijoeiro. Essa doença é causada pelo fungo *M. phaseolina* (Tassi) Goidanich e se manifesta infectando caule e raiz, o que determina graves prejuízos. No Brasil, o patógeno está presente em muitas áreas produtoras, tornando-se tanto mais severo quanto às condições ambientais revelam-se secas e com temperaturas elevadas. É recomendado, como medida de controle, o emprego de sementes sadias, plantio pouco adensado em áreas irrigadas, manejo adequado da água visando-se evitar o encharcamento do solo, assim como a utilização de um plano de rotação de cultura que inclua gramíneas forrageiras (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000).

A cercosporiose ou mancha de Cercospora ou mancha vermelha é muito comum nas regiões produtoras de caupi. Embora a infecção ocorra mais frequentemente durante a floração, essa doença causa perdas consideráveis, reduzindo a área fotossintética e, em consequência, o número de vagens. Dependendo da espécie fúngica envolvida na infecção da cultivar, da morfologia foliar e das condições climáticas, os principais sintomas são manchas nos folíolos, podendo exibi-las em toda a parte aérea. *Pseudocercospora cruenta* causa lesões irregulares, geralmente angulosas, no início cloróticas, tornando-se posteriormente marrons e avermelhadas. Por outro lado, lesões induzidas por *Cercospora canescens* são alaranjadas ou marrom-claras, geralmente arredondadas. Os sinais característicos da doença dependem do agente etiológico. A disseminação dos patógenos se dá, principalmente por sementes ou pela ação dos ventos e da chuva. O controle pode ser mediante a utilização de cultivares resistentes, além de uso de sementes sadias, eliminação de restos culturais, rotação de culturas e aplicação de fungicidas (PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 2005).

A sarna em caupi ocorre em praticamente todos os estados brasileiros produtores dessa leguminosa. Os prejuízos verificados dependem dos fato-

res climáticos favoráveis à doença e idade do hospedeiro, sendo observada, na maioria das vezes, infectando toda parte aérea de plantas jovens. A sarna do caupi é causada pelo fungo *Sphaceloma* sp que se dissemina por semente, conídios conduzidos por respingos da chuva e pelo vento. Sobrevive em sementes e restos culturais ou como clamidósporos no solo. O controle da doença é satisfatório, utilizando rotação de culturas, incorporação ao solo de restos culturais e uso de sementes sadias. A utilização de cultivares resistente é um método promissor, mas a aplicação de produtos químicos não tem apresentado bons resultados (PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 2005).

O carvão do caupi é uma doença causada pelo fungo *Entyloma vignae* Bat., J.L. Bezerra, Da Ponte e I. Vasconc. (Basidiomycota) que se caracteriza pela presença, nos folíolos, de manchas arredondadas, castanho-escuras, firmes e lisas, alcançando quatro a oito mm que aparecem circundadas por um notável halo clorótico. Se numerosas, coalescem, induzindo aos folíolos um intenso amarelecimento e queda precoce, diminuindo, consequentemente, a produtividade. A doença ocorre em todo o Brasil e é mais frequente nos períodos de chuva (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000). Devido à importância dessa doença e à falta de estudos que permitam uma precisão da severidade, o grau de severidade foi estudado por Michereff et al. (2006) por meio da padronização de uma escala diagramática da severidade da doença no campo e permitiu avaliar o nível de acurácia, precisão da severidade e reprodutibilidade das mensurações da severidade do carvão da folha do caupi, podendo proporcionar informações mais realistas a respeito do patossistema *Entyloma vignae* – caupi e melhorar as avaliações das estratégias de controle do carvão da folha em estudos epidemiológicos. Para o controle da doença é conveniente o uso de fungicida cúprico, mediante pulverizações semanais (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000).

A ferrugem do caupi tem distribuição mundial, porém, no Nordeste, não apresenta distribuição uniforme e ocorre em Pernambuco e Paraíba (COSTA, 1985), Piauí (SANTOS; FIGUEIREIDO, 1987; SANTOS, 1990), Maranhão e Bahia (RIOS, 1988), podendo ocorrer em épocas e lugares distintos com alta severidade, quando reduz significativamente a produção de grãos em decorrência da queda prematura de folhas e flores. A doença é causada pelo fungo *Uromyces vignae* Barclay (Basidiomycota) e os sintomas ocorrem, principalmente, no limbo foliar, onde as lesões podem apresentar halos amarelos próximos uns aos outros. Nas pústulas, observa-se massa pulverulenta constituída de uredósporos que, em condições propícias, são substituídos por teliósporos. A disseminação do pa-

tógeno ocorre pelos uredósporos conduzidos, principalmente, pelo vento ou, menos frequentemente, por implementos agrícolas, insetos, animais domésticos e pelo homem (PIO-RIBEIRO; ASSIS FILHO, 2005).

Sclerotium rolfsii (Sacc) encontra-se associada a podridões de raiz-colo-caule, como, por exemplo, murcha de esclerócio. A disseminação ocorre principalmente pelo transporte de material contaminado, assim como por esclerócios, os quais podem permanecer viáveis no solo por mais de cinco anos. A medida de controle mais eficaz do patógeno consiste no manejo preventivo, como promover aração profunda, evitar o acúmulo de matéria orgânica no solo, empregar espaçamentos abertos, promover planos de rotação de cultura e efetuar o tratamento do solo com fungicidas (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2000).

A antracnose ou mancha café em feijão-caupi é causada por *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus e Moore, Tass (Ascomycota). Tem como sintomas característicos o escurecimento das nervuras nas folhas, tanto na região abaxial como também na adaxial. Enquanto que nos ramos, inicialmente, aparecem manchas pequenas, de formato estriado a oblongo, com coloração marrom-escura, café ou parda com borda escura. Além, dessas partes da planta, o fungo pode também infectar o pedúnculo, almofada floral e vagens. O patógeno se dissemina pelo vento, pela chuva e pela água de irrigação. Para o controle dessa doença sugere-se o uso de sementes certificadas (NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2008).

10.3 Doenças causadas por Nematoides

O feijão-caupi pode, ainda, ser hospedeiro de certos tipos de nematoides. No Brasil, diversas espécies patogênicas a essa cultura estão catalogadas, apresentando um elevado grau de patogenicidade, mas apenas as do gênero *Meloidogyne* são mais estudadas e consideradas importantes para a cultura. Os nematoides do gênero *Meloidogyne*, principalmente as espécies *M. incognita* e *M. javanica*, que possuem extensa disseminação em toda a área de cultivo do feijão-caupi, e as espécies *Pratylenchus brachyurus* e *Radopholus similis*, representantes dos gêneros *Pratylenchus* e *Radopholus*, respectivamente, merecem menção (PONTE, 1988).

11 PRAGAS DO FEIJÃO-CAUPI E SEU CONTROLE

Os insetos, de um modo geral, ocorrem na planta em uma determinada época, em cujo estádio fenológico a planta produz seu alimento ideal. De acordo com o local de ataque na planta, podem-se dividir as pragas do feijão-caupi em: subterrânea, da parte aérea (praga das folhas e dos órgãos reprodutivos) e praga dos grãos armazenados.

11.1 Pragas subterrâneas

As pragas subterrâneas atacam as sementes, raízes e colo da planta, destacando-se:

1 - **Paquinha** (*Neocurtilla hexadactyla* - Orthoptera: Gryllotalpidae): são insetos de hábito noturno e as fêmeas fazem posturas em galerias abertas próximo à superfície do solo e, quase sempre, aderentes às raízes das plantas. As ninfas e os adultos alimentam-se das raízes. As plantas recém-emergidas e tenras são as mais prejudicadas por estarem iniciando o desenvolvimento. Os maiores estragos são verificados quando os solos estão úmidos. No Nordeste, a maioria das lavouras com feijão-caupi é plantada em solos arenosos e no período chuvoso, favorecendo o ataque da praga. O controle preventivo dessa praga se dá com o emprego de produtos para tratamento de sementes, incorporando-os ao solo ou no sulco de plantio. Por serem bastante tóxicos, sugere-se seguir as recomendações usuais para sua aplicação.

2 - **Broca-do-colo** ou **lagarta elasmo** (*Elasmopalpus lignosellus* - Lepdoptera: Pyralidae): o inseto adulto mede cerca de 20 mm de envergadura com asas anteriores acinzentadas, sendo mais escuras nas fêmeas, e a parte central marrom-clara nos machos, asas posteriores cinza-clara, semitransparentes e palpo labial desenvolvido. As lagartas alimentam-se raspando o parênquima foliar. À medida que vão crescendo, perfuram um orifício na planta próximo ao nível do solo. As plantas atacadas apresentam inicialmente um murchamento que se assemelha a um sintoma de estresse hídrico. Posteriormente, tombam e secam completamente. O ataque do inseto se dá normalmente em épocas de veranico e, principalmente, em solos de cerrados ou arenosos. As plantas são sensíveis ao ataque até 30 dias após a germinação, quando, então, o caule fica mais lenhoso, dificultando a penetração das lagartas. Produtos para

tratamento de sementes, aplicados no solo ou no sulco de semeadura, protegem eficazmente as plantas após a germinação. Para infestação após a instalação da cultura, recomenda-se pulverização com jato dirigido para o colo da planta.

3 - **Lagarta rosca** (*Agrotis ipsilon* - Leptodptera: Nuctuidae): essa praga permanece no solo, próximo às plantas atacadas durante o dia e à noite, e sai para se alimentar, atacando outras plantas. Secciona as plantas na região do colo, que tombam e murcham rapidamente. As plantas mais visadas pela lagarta-rosca são as que acabam de germinar. Alguns dias após a germinação, o caule começa a ficar mais lenhoso, oferecendo resistência ao ataque da praga. O tratamento das sementes ou a aplicação do produto no sulco do plantio é uma medida preventiva de controle da lagarta rosca. Para infestação tardia, aconselha-se uma pulverização dirigida para o colo da planta.

11.2 Pragas da parte aérea

Atacam as partes acima do colo da planta como ramos, folhas e órgãos reprodutivos como flores, vagens e grãos.

1 - **Pragas das folhas**: as pragas que atacam as folhas sugam a seiva, podendo injetar toxinas, vírus e outros microrganismos causadores de doenças. Outras se alimentam do próprio limbo, diminuindo a área fotossintética das plantas. Por isso, é importante determinar o nível de dano para possibilitar a aplicação das medidas corretas de controle. As principais pragas desfolhadoras do feijão-caupi são: vaquinhas, lagarta-do-cartucho do milho ou lagarta militar, lagarta dos capinzais ou mede-palmo e lagarta preta das folhas. Enquanto que as pragas sugadoras das folhas são: cigarrinha verde, pulgões, moscas brancas, minador das folhas. Há ainda as pragas dos órgãos reprodutivos como os percevejos vermelhos do feijão-caupi, pequeno da soja e verde da soja; lagartas e manhoso.

2 - **Pragas dos grãos armazenados**: além de todas as pragas presentes nas áreas de cultivo, o feijão-caupi enfrenta sérios problemas quanto à sua conservação em armazéns. As principais ordens envolvidas na infestação dos grãos armazenados são a Coleoptera e a Lepdoptera, com espécies pertencentes às famílias Bruchidae e Pyralidae, respectivamente. As principais são: *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) principal praga do feijão-de-corda armazenado, *C. analis* (Fabr.), *Acanthoscelides clan-*

destinus (Mots.), *A. obtectus* (Say), *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Plodia interpunctella* (BAKER et al., 1989).

A infestação pode ocorrer ainda em campo, o que se chama de infestação cruzada, e é feita por ovos, larvas ou adultos que, juntamente com vagens, grãos ou sacarias, chegam aos armazéns, infestando também os grãos armazenados.

Caruncho [*Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae)] são coleópteros que vivem aproximadamente de cinco a oito dias e medem aproximadamente três mm de comprimento, apresentando nos élitros manchas amarronzadas que, em repouso formam um "X". As fêmeas ovopositam cerca de 80 ovos nas superfícies dos grãos, que ao eclodirem, liberam larvas que penetram nos mesmos, alimentando-se de seu conteúdo interno. No interior das sementes, as larvas transformam-se em pupas, e após a emergência, os adultos perfuram orifícios de saída para iniciarem novo ciclo biológico (FREIRE FILHO et al., 2005).

Como essas pragas apresentam infestação cruzada, recomendam-se limpeza e desinfestação dos armazéns no período de entressafra, realização do expurgo de todo o material a ser estocado, além do monitoramento dos grãos armazenados, com amostragem mensal de cada lote expurgando-se novamente aqueles encontrados infestados (FREIRE FILHO et al., 2005).

12 OBJETIVOS DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO

Ao iniciar um programa de melhoramento vegetal, o melhorista e sua equipe já devem ter estabelecidos os seus objetivos, que são dirigidos a resolver os problemas que a cultura apresenta, e que são identificados a partir do conhecimento básico que se tenha dessa cultura, da área a que se tem em mente abranger o conhecimento das exigências do mercado consumidor e dos problemas identificados pelos produtores rurais.

Existem alguns objetivos mais comuns àqueles que precisam ser alcançados sempre e em qualquer programa e aqueles mais específicos que visam atender a demandas mais específicas da área ou do produtor rural, como uma exigência ambiental ou a cor do grão, por exemplo. Desse modo, para um programa de melhoramento dirigido para ao semiárido brasileiro, esses objetivos podem ser divididos em duas categorias, a curto prazo: 1) desenvolver cultivares com grãos de cor, formato e tamanho que atendam a demandas regionalizadas; 2) desenvolver cultivares com alto potencial de

rendimento, de porte semiprostrado, com resistência ou tolerância às principais doenças, com adaptabilidade a diferentes ambientes; 3) desenvolver cultivares de porte e arquitetura adequados ao cultivo mecanizado. A médio e longo prazo: 1) selecionar e desenvolver cultivares com tolerância ao caruncho; 2) desenvolver cultivares com elevado potencial simbiótico com bactérias fixadoras de nitrogênio; 3) desenvolver cultivares com tolerância ao déficit hídrico, a baixo fósforo e a solos salinos; 4) desenvolver cultivares com níveis de proteína de ferro e zinco superiores aos contidos nos grãos das cultivares atuais; 5) desenvolver cultivares adequadas para a produção de grãos verdes.

13 MELHORAMENTO E NOVAS CULTIVARES LANÇADAS

A execução de um programa de melhoramento para a cultura do feijão-caupi pressupõe algumas fases distintas, desde o conhecimento do seu germoplasma, a seleção dos progenitores passando pelos cruzamentos, avanços de gerações e avaliação de linhagens, além da produção de sementes genéticas, básicas, e a disponibilização dessas sementes aos programas de produção de sementes que ela esteja à disposição do produtor rural. Admitindo-se que tudo tenha funcionado corretamente, dez a doze anos é o tempo necessário para criação de uma variedade, o que demanda alto conhecimento, muito trabalho, e alto volume de recursos financeiros.

O programa de melhoramento o Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), focado na criação de cultivares para o semiárido brasileiro, com cerca de 40 anos constitui com os da Embrapa Meio Norte e Embrapa Semiárido, os três únicos programas reais de melhoramento dessas no Brasil, já tendo lançado várias cultivares. Sua estrutura é formada a partir dos cruzamentos, pela condução das gerações heterozigotas até F_5, baseada na colheita de uma única vagem por planta (spd), uma variação do método criado por Fehr (1987) – Multiple Seed Descent, seguido por ensaios de competição de linhagens para rendimentos, desenvolvido em quatro etapas: Ensaio preliminar, Competição de linhagens avançadas, Validação de linhagens em propriedades particulares, e, Ensaios de valor de cultivo e uso (VCU).

Como resultado desses programas, o produtor rural dispõe atualmente das seguintes variedades registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o semiárido brasileiro: BRS PARAGUAÇU, BRS Rouxinol, BRS Guariba, BRS-Marataoã, BRS Potiguar, BRS Novaera, BRS Pujante, BRS Cauamé, BRS Pajeú, BRS Potengi, BRS Tumucumaque, BRS Xiquexique, BRS Aracê, BRS Itaim, BRS Juruá, BRS Acauã, BRS Carijó, BRS Tapaihum, além de BR IPA 206, ainda cultivada em vários estados, e Miranda IPA 207, recém lançada.

13.1 Grãos verdes

A produção de grãos verdes, uma das alternativas de exploração da cultura do feijão-caupi, tem sido do interesse dos agricultores como uma boa opção de renda e consumo, bem como de pesquisadores que avaliaram genótipos compreendendo linhagens e cultivares com distintas características de vagens e grãos. Rocha et al. (2006), em estudo do comportamento de 14 genótipos de feijão-caupi no Piauí, concluíram que duas cultivares se destacaram com adaptabilidade geral para produtividade de grãos verdes, uma linhagem com melhor adaptação para a condição de sequeiro (linhagem TE96-290-12G com 717 kg/ha) e uma cultivar com melhor adaptação para a condição irrigada (cultivar BRS Paraguaçu com 1.977 kg/ha).

Estudos conduzidos em Pernambuco por Miranda et al. (1996) e Miranda et al. (1997), além de vários outros, permitiram selecionar cultivares de feijão-caupi com boas produtividades, boa adaptação e com possibilidade de utilização para produção de grãos verdes. Resultaram dessas pesquisas as cultivares de feijão-caupi IPA-205 e IPA-206, atualmente recomendadas para o Estado de Pernambuco pelo Instituto Agronômico de Pernambuco.

Freire Filho et al. (2005) destacaram as avaliações realizadas por Krutman em Pernambuco que obtiveram excelentes produtividades com cultivares de feijão-caupi atingindo rendimentos de 4.400 a 6.500 kg/ha de vagens verdes.

Na Paraíba, Oliveira et al. (2002) avaliaram dez linhagens e três cultivares de feijão-caupi em cultivo irrigado, tendo observado a superioridade em produtividade da linhagem CNCX-409-12F e da cultivar IPA 206 que apresentaram rendimento médio de 3,8 toneladas por hectare.

13.2 Produção de sementes

Na produção de sementes de qualquer espécie no Brasil, o conhecimento detalhado da Legislação Brasileira sobre Sementes e Mudas, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, em vigor, deve ser o passo inicial do planejamento dessa atividade.

A Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, e o seu Regulamento, aprovado pelo Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004, definem todos os passos essenciais do processo de produção, discriminam as atividades do Sistema Nacional de Sementes e Mudas, do Registro Nacional de Sementes e Mudas e do Registro Nacional de Cultivares, além de tratar da organização da produção e da certificação de sementes, dos procedimentos de análise de sementes, do comércio interno, do comércio internacional, da utilização de sementes, da fiscalização e das comissões de sementes e mudas, entre outros aspectos estabelecidos (BRASIL, 2007).

A atividade de produção de sementes, além dos requisitos impostos pela legislação oficial, requer a adoção de técnicas específicas que, na fase de campo, compreendem: escolha da região, escolha da área, isolamento de campo, escolha da cultivar, escolha da semente, preparo da área, semeadura, roguing e colheita.

Para o produtor de sementes de feijão-caupi, na escolha da área deve-se considerar que a mesma não tenha sido cultivada, pelo menos, nas duas últimas safras, com outra cultivar dessa espécie (MEDEIROS FILHO; TEÓFILO, 2005) ou com outras leguminosas em geral, sendo preferível que tenha sido ocupada com gramíneas.

Quanto à técnica de isolamento, o campo destinado à multiplicação de sementes de uma cultivar de feijão-caupi deve ser isolado de outros campos com outras cultivares, como descrevem Medeiros Filho e Teófilo (2005), da seguinte forma: 1) no espaço, guardando-se a distância de cinco metros entre cultivares e, segundo os padrões estabelecidos pelo MAPA, um isolamento mínimo de três metros; 2) no tempo, as cultivares devem ser semeadas em datas diferentes, com pelo menos trinta dias de intervalo de uma semeadura para outra; e 3) utilização de barreiras com fileiras de milho ou sorgo.

Na semeadura dos campos de produção de sementes de feijão-caupi, devem ser observados alguns detalhes para a obtenção de altos padrões de qualidade, como: uso do monocultivo, época de semeadura idêntica à

adotada para a produção de grãos, empregando-se o mesmo critério para o espaçamento e, na semeadura mecanizada, dedicar cuidados no manuseio de sementes com umidade abaixo de 12 %, devido à suscetibilidade ao trincamento e quebra.

O roguing, técnica também indispensável em todos os campos de sementes para sementes de feijão-caupi, deve ser realizado pelo menos em três oportunidades, sendo a primeira na fase vegetativa, a segunda, na floração e a terceira, na fase de pré-colheita.

A colheita, encerrando as atividades de campo, pode ser mecanizada ou manual. Com esse último modo, obtém-se menor grau de perda no campo, possibilitando a colheita apenas das vagens que alcançaram a maturidade, naquelas cultivares que apresentam maturidade desuniforme. Na colheita mecânica, prestam-se mais para esta técnica as cultivares com porte ereto ou semiereto e de maturidade uniforme.

Para obtenção de sementes com máxima germinação, peso seco e vigor, o momento ideal para realizar a colheita deveria ser o ponto de maturidade fisiológica, que varia de cultivar para cultivar. Entretanto, nesse ponto de maturidade a semente se encontra com um conteúdo de umidade elevado, o que pode prejudicar a qualidade da semente colhida. Sendo assim, deve-se considerar o ponto de maturação de colheita que vem a ser aquele em que as vagens começam a secar, época em que o teor de umidade das sementes se encontra em um nível adequado para a colheita. A exatidão da determinação do ponto de colheita da semente de boa qualidade deve ser buscada e, para isso, alguns autores utilizam como característica indicativa desse ponto, o grau de amarelecimento das folhas (VIEIRA et al., 1993). Outros autores adotam o período de tempo decorrido da emergência das plantas até a época da queda das folhas e mudança de cor das vagens (ROCHA et al., 1983). Por fim, esse ponto de colheita pode ser considerado quando as vagens apresentam as sementes com a cor definitiva do tegumento totalmente estabelecida. Como recomendação, considera-se a faixa de 15% a 17% como a umidade ótima para a colheita de sementes de feijão-caupi.

Na fase de pós-colheita, algumas operações são necessárias para complementar as atividades de campo no processo de produção de sementes. Até que as sementes possam ser comercializadas e usadas no plantio da próxima safra, mantendo sua alta qualidade, as seguintes operações são imprescindíveis: a secagem das sementes, a debulha ou trilha, o beneficiamento, a embalagem e o armazenamento.

Na pós-colheita, geralmente, as sementes apresentam grau de umidade elevado, o que pode contribuir para a perda da germinação e do vigor, além de favorecer o desenvolvimento de fungos e bactérias, causando sérios danos à sua conservação. Por isso, é importante planejar o plantio de modo que a colheita ocorra em época não chuvosa. Imediatamente após a colheita, as vagens devem ficar expostas ao sol, se necessário, até atingir uma umidade adequada para a debulha ou trilha, que deve se situar entre 15% e 17%, segundo Vieira e Sartorato (1984). Sementes com umidade acima de 17 % podem dificultar a trilha como também sofrer amassamento tendo, como consequência, a produção de plântulas anormais e/ou a baixa germinação pela morte do embrião. De outra parte, sementes com umidade abaixo de 15% na debulha ou trilha, podem sofrer danos mecânicos como: rachaduras, trincas e quebra da semente ao longo dos cotilédones, causando diminuição da longevidade da semente no armazenamento, podendo comprometer o estabelecimento de um estande vigoroso e uniforme no campo.

Concluída essa primeira secagem, procede-se a debulha, que pode ser manual ou mecânica. Na manual, ao finalizar a batedura as sementes são separadas das palhas e colocadas ao sol para completar a secagem, até atingir 12 % de umidade. Na mecânica, as vagens são colocadas na trilhadeira para debulhar com auxílio de ventilação e peneiras, que eliminam as impurezas. A cada etapa, a trilhadeira deve ser limpa e regulada rotineiramente, evitando-se, assim, misturas e danos mecânicos nas sementes.

A etapa de beneficiamento, que complementa as operações da debulha, aliada à classificação e ao tratamento de sementes contra as pragas de armazenamento, assegura a manutenção da qualidade fisiológica da semente, favorecendo a comercialização, como resultado da remoção de todas as impurezas e de sementes indesejáveis. No processo de beneficiamento das sementes de feijão-caupi, é indispensável o uso de máquina de pré-limpeza, máquina de ar e peneira, mesa de gravidade e balança ensacadora. A máquina de ar e peneira é tida como a limpadora básica na maioria das unidades de beneficiamento, constituindo-se na mais importante desse processo. Dutra et al. (1997) verificaram que as sementes de feijão-caupi beneficiadas em máquinas de ar e peneira e na mesa de gravidade apresentaram melhoria nas suas qualidades físicas e fisiológicas, em relação às não beneficiadas nessas máquinas. No tratamento das sementes, fungicidas e fumigantes são utilizados, visto que para o feijão-caupi, cujas sementes são facilmente danificadas, o controle de pragas de armazenamento, como os carunchos e gorgulhos, precisa ser rigoroso, sob pena de inviabilizar a

utilização dos estoques de sementes. Segundo a Embrapa (1994), giram em torno de 20% a 30% as estimativas de perdas da produção total de feijões no Brasil, decorrentes do ataque de insetos no armazenamento.

Na questão da embalagem, para o acondicionamento de grandes quantidades de sementes em armazéns, são mais adequados sacos de papel multifoliado e de polietileno trançado, com capacidade para 25 quilogramas.

Como última etapa do processo de produção de sementes, o armazenamento tem duas variáveis do ambiente que requerem monitoramento permanente, a temperatura e a umidade relativa do ar, sabendo-se que a umidade afeta mais fortemente a semente. As sementes de feijão-caupi, antes do armazenamento, devem ser secas até atingir 10% a 12% de umidade, enquanto o ambiente de armazenamento deve estar com temperatura de 18ºC a 20ºC, a uma umidade relativa do ar média de 35%, para manter o seu poder germinativo por longo tempo. Vale ressaltar que o armazenamento, mesmo sob ótimas condições, não melhora a qualidade das sementes, apenas a mantém.

14 PERSPECTIVAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO DO FEIJÃO-CAUPI

Técnicas moleculares para utilização no melhoramento genético do feijão-caupi, práticas de fixação simbiótica de nitrogênio, linha de biofortificação procurando utilizar acessos de feijão-caupi com níveis elevados de ferro e zinco, passíveis de se tornar ainda mais elevados, pelo melhoramento genético e até mesmo o novo perfil de produtor mais técnico e com melhor visão de mercado, além de um consumidor mais exigente, são aspectos que concorrem para se ter perspectivas altamente positivas para o agronegócio do feijão-caupi (FREIRE FILHO et al., 2009).

A pesquisa avança na identificação de cultivares ricas em ferro e zinco, que em breve poderão estar disponíveis no comércio de todo o país.

Como se sabe, a disponibilidade de cultivares melhoradas de feijão-caupi ao alcance do produtor ainda é muito baixa, diante da grande expansão das áreas de cultivo e do elevado potencial socioeconômico que essa cultura tem conquistado no Brasil. Diante desse cenário, é importante se ter a perspectiva de ampliar a rede nacional de ensaios para possibilitar a seleção de linhagens com maior nível de adaptabilidade e estabilidade,

de modo que possam ser recomendadas novas cultivares para um maior número de regiões produtoras.

O melhoramento genético também tem a perspectiva de atender a algumas demandas mais localizadas, com base em exigências de solo, clima e do consumidor, oferecendo novas cultivares com tolerância à salinidade, ao déficit hídrico, à baixa fertilidade e com grãos de melhor qualidade e ampla aceitação comercial, além de atender ao mercado de grãos verdes.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 3, 273-285, 2002.

ALLEN, D. J. et al. **Pragas doenças e problemas nutricionais de feijoeiro na África**: guia de campo. Cali, Colômbia: Centro Internacional para a Agricultura Tropical: Wageningen, Países Baixos: Centro Técnico para Cooperação Agrícola e Rural, 1996.

ALVES, J. M. A. et al. Programa de melhoramento do feijão-caupi da UFRR. In: Workshop sobre a cultura do feijão-caupi em Roraima. Documentos 04. **Anais...**, 2007. Embrapa Roraima. 2007.

ALVES, J. M. A. et al. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agroambiente on-line**, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2009.

ANDRADE JUNIOR, A. S. et al. Zoneamento de risco climático para a cultura do feijão-caupi no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 1, 109-117, 2007.

ANDRADE JUNIOR, A. S. et al. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

ANDRADE JUNIOR, A. S. et al. **Cultivo do feijão-caupi**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Sistema de produção, 2, ISSN 1678-8818 (Versão eletrônica), 2003.

ANDRADE, G. O. **Alguns aspectos do quadro natural do Nordeste.** Minter-Sudene, Recife, 1977.

ARAÚJO, E. Diagnóstico da patologia de sementes de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 7, n. 1, p. 91-101, 1985.

ARAÚJO, F. P. P. et al. **Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.**: descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia: Embrapa – CNPAF. Circular Técnica, 18. Embrapa – CNPAF, 1984.

ARAÚJO, J. P. P. et al. Nota sobre a ocorrência de uma inflorescência ramificada em caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Subsp, *unguiculata* no Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 12, p. 187-198, 1981.

ARAÚJO, J. P. P. Melhoramento do caupi no Brasil. In: ARAÚJO, J. P .P. de; WATT, E. E. **. O caupi no Brasil**. Brasília: Embrapa/IITA, 1988.

ATHAYDE SOBRINHO, C. et al. Doenças do feijão caupi. In: CARDOSO, M. J. A **Cultura do feijão-caupi no meio-norte do Brasil**. Circular Técnica, 28. Embrapa Meio-Norte, 2000.

AZEVEDO, D. M. P. de. **The influence of plant population on weed suppression in maize / bean intercropping**. 1990. 280 p. (Ph.D Thesis) – University of East Anglia, Norwich, 1990.

BAKER, T. A. et al. Physical and chemical attributes of cowpea lines resistant and susceptible to *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 25, n. 1, p. 1-8, 1989.

BARRACLOUGH, G. Atlas da história do mundo da Folha de São Paulo/ Times. 4. ed. rev. São Paulo: Folha da Manhã, 1995. p. 154-157. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO, 4., Teresina-PI. **Anais...**, Teresina, 2001. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/897440/1/Produçãomelhoramento.pdf>. Acesso em: 20 out. 2011.

BARROS, F. R. et al. Potencial genético de progênies de feijão-caupi segregantes quanto ao tipo de inflorescência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, 182-189, 2011.

BAUDOIN, J. P.; MARÉCHAL, R. Genetic diversity in Vigna. In: SINGH, S. R.; RACHIE, K. O. **Cowpea research, production and utilization**. Chichester: John Wiley e Sons, 1985.

BENVINDO, R. N. et al. Avaliação de genótipos de feijão-caupi de porte semiprostrado em cultivo de sequeiro e irrigado. **Comunicata Scientiae**, v.1, n. 1, 23-28. 2010.

BRASIL. CONAB. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/ 11_07_08_08_18_27_0502__precos_minimos_safra_n_nordeste_e_inverno.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação brasileira sobre sementes e mudas**: Lei n° 10.711, de 05 de agosto de 2003, Decreto nº 5.153, de 23 julho de 2004 e outros / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação de sementes e mudas. Brasília: MAPA/DAS/CSM, 2007.

BRESSANI, R. Grain quality of common beans. **Food Reviews International**, v. 9, n. 2, p. 237-297, 1993.

CAJUEIRO, E. V. de M. et al. **Sistemas de información sobre recursos fitogenéticos en uso en Brasil**. In: REUNION TÉCNICA PARA LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE DEL SISTEMA\ MUNDIAL DE LA FAO DE INFORMACIÓN Y ALERTA PARA LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS. Turrialba, Costa Rica, 2001. **Anais...**, Turrialba: Catie, 2002. p. 36-46. (Série técnica. Reuniões Técnicas, 8) Editado por Carlos Astorga Domiam.

CAMPOS, J. H. B. da C. et al. Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 396-404, 2010.

CÂNDIDO, M. J. D. et al. Pastagens no ecossistema Semiárido Brasileiro: atualização e perspectivas futuras. In: 42ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2005, Goiânia. **Anais...**, Goiânia: SBZ., 2005. p. 85-94.

CARDOSO, M. J. et al. População de plantas no consórcio milho x feijão macassar sob regimes de sequeiro e irrigado. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 23, n. 1/2, 21- 31, jun./dez., 1992.

CARDOSO, M. J. et al. Níveis de fósforo, densidades de plantas e eficiência de utilização da água em caupi de portes ramador e moita em areia quartzosa. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA, 12., 1998, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: UFC, 1998.

CHEN, X; BRUENING, G. Cloned copies of *Cowpea severe mosaic virus* RNAs: infectious transcripts and complete nucleotide sequence of RNA 1. **Virology,** v. 191, n. 2, p. 607-618, 1992.

CORDEIRO, L. G. et al. Avaliação da produtividade do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., Poços de Caldas ,1998. **Anais...**, Lavras: SBEA/UFLA, v. 2, p.181-183, 1998.

CORRÊA, M. L. P. et al. Rendimento e uso eficiente da terra do consórcio mamoneira com feijão-caupi e amendoim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 3, 2008. Salvador/BA. Energia e Ricinoquímica. **Anais...**, Salvador, 2008. Disponível em: <www.cnpa.embrapa.br/produtor/mamona/publicação/cbm3/trabalho/manejo%20CULTURAL/MC%2010.pdf.>. Acesso em: 10 mar. 2012.

COSTA, A. F. Ocorrência de ferrugem do feijão macássar (*Vigna unguiculata*) (L) Walp.) causada por *Uromyces vignae* Barcl. nos Estados da Paraíba e Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, v. 10, n. 2, 1985.

COSTA, C. L. et al. *Ceratoma arcuarta* (Oliv.) um crisomelídeo vetor do mosaico da *Vigna* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 3, n. 1, 81-82, 1978.

COSTA, R. C. L. et al. O estresse hídrico diminui intensamente a assimilação do nitrato e a nodulação em feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*, (L.) Walp.). In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 4. 1996, Teresina. **Anais...**, Teresina: Embrapa-CPAMN, 1996. p.78-79.

COULIBALY, S. et al. AFLP analysis of the phenetic organization and genetic diversity of *Vigna unguiculata* L. Walp. reveals extensive gene flow between wild and domesticated types. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 104, n. 2-3, p. 358-366, 2002.

DE CANDOLLE, A. **Origin of cultivated plants**. 2.ed. New York: Hafner, 1967. Reprinted of the 2.ed, 1967.

DRUMOND, M. A. et al. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga, In: SILVA, J. M. C. et al. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio ambiente, 2004.

DUTRA, A. S. et al. Perdas de qualidade em sementes de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), beneficiadas em máquinas de ar e peneiras e mesa de gravidade. **Informativo ABRATES**, v. 7, n. 1/2, p. 69, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). **O cultivo de feijão**: recomendações técnicas. EMBRAPA – CNPAF. Documentos, 48. Goiânia, 1994.

ENGELS, J. M. M. et al. An introduction to plant germoplasm exploration and collecting: planning, methods and procedures follow-up. In: GUARINO, L. et al. **Collecting plant genetic diversity**: technical guidelines. Wallingford: Cab International, 1995. p. 31-63.

ESPÍNOLA, F. C. S. et al. Resposta do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) a diferentes níveis de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9, 1992, Natal. **Anais...**, Fortaleza: ABID, 1992. p. 971-995.

FAIAD, M. G. R. et al. **Manual de procedimentos de conservação de germoplasma a longo prazo na Embrapa**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 30. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1998.

FAIVRE, J.; BONITHON-KOPP, C. Diets, fibers, and colon cancer. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v. 472, p. 199-206, 1999.

FAO. **The conservation and sustainable utilization of plant genetic resources for food and agriculture**: the global plan of action: the state of the world report. Rome, 1996.

FAOSTAT. **FAO Statistics Division 2012**. Disponível em: <http://foastat.fao.org>. Acesso em: 2 jan. 2012.

FARIS, D. C. The origin and evolution of the cultivated forms of *Vigna sinensis*. **Can. J. Genet. Cytol.**, v.7, n. 3, p. 433-452, 1965.

FAWOLE, I.; AFOLABI, O. Genetic control of a branching peduncle mutant of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Journal of Agricultural Science**, v. 100, n. 2, p. 473-475, 1983.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Mac-Millan, 1987.

FERREIRA, E. P. B. et al. Diversidade de *Pseudomonas fluorescentes* em diferentes sistemas de manejo do solo e rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 2, p. 140-148, 2009.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. **O caupi no Brasil**. Brasília, Embrapa/ IITA, 1988.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **BRS – Novaera**: cultivar de feijão-caupi de porte semiereto. Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 215. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Feijão-caupi: avanços. In: FREIRE FILHO, F. R.; et al. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil**. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO, 4., Teresina, PI, Brasil, 2011. **Anais...**, Disponível em: < http://www.alice.cnptia.embrapa >. Acesso em: 2 jan. 2012.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Cultivares de caupi para região Meio-Norte do Brasil. In: CARDOSO, M. J. **A cultura do feijão-caupi no Meio--Norte do Brasil**. Embrapa – CPAMN, Circular Técnica, 28. Teresina: Embrapa – CPAMN, 2000. p. 67-88.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Feijão-caupi: melhoramento genético, resultados e perspectivas. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1, 2009: Fortaleza. O melhoramento genético no contexto atual: **Anais...**, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p. 25-59.

FREIRE FILHO, F. R. et al. BRS Guariba: white-grain cowpea cultivar for mid-nort region of Brasil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 6, n. 2,175-178, 2006.

FREIRE-FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa, informação tecnológica, 2005.

FREIRE-FILHO, F. R. et al. Melhoramento genético do feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) na região Nordeste. In: QUEIRÓS, M. A. et al. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa CPATSA, 1999. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/caupinordeste.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2012.

FROTA, K. de M. G. et al. Composição química do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 470-476, 2008.

GANDAVO, P. de M. **Tratado da terra do Brasil**: tratado segundo, das coisas que são gerais por toda costa do Brasil. Cap. 4, dos mantimentos da terra. Rio de Janeiro: Ministério da Cultura. Fundação Biblioteca Nacional. Departamento Nacional do Livro. Criado em: 10 jun. 2001. Disponível em: <http://objdigital.bn.bt/Acervo_Digital/livros_ eletronicos/tratado.pdf>. Acesso em: 14 out. 2011.

GIULIETTI, A. M.; QUEIROZ, L. P. O. Instituto do Milênio do Semiárido (Imsear), Brasil (2002-2006). In: GUSMÃO, L. F. P.; MAIA, L. C. **Diversidade e caracterização dos fungos do semiárido brasileiro**, Recife: Imsear, 2006.

GOEDERT, C. de O. Histórico e avanços em recursos genéticos no Brasil. Cap. 1. In: NASS, L. L. **Recursos Genéticos Vegetais**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007.

GUSMÃO, L. F. P.; MAIA, L. C. **Diversidade e caracterização do semiárido brasileiro**. Imsear, Recife. 2006.

GUSMÃO, L. F. P. et al. O semiárido brasileiro e os fungos. In: GUSMÃO, L. F. P.; MAIA, L. C. **Diversidade e caracterização dos fungos do semiárido brasileiro**, Recife. Recife: Imsear, 2006.

HARLAN, J. R. Agricultural origins: centers and noncenters. **Science**, v. 174, n. 4.008, p. 468-474, 1971.

HAWKES, J. G. **Crops, weeds and man**: inaugural lecture. Birminghan: University or Birminghan, 1967.

HAWKES, J. G. **The diversity of crops plants**. Cambridge: Harward University Press, 1983a.

HEISER JUNIOR, C. B. **Sementes para a civilização**: a história da alimentação humana. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 1977.

HULL, R. **Matthew's Plant Virology**. 4th Ed. London: Academic Press. 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diretoria de Pesquisa – DPE**. Coordenação de População e Indicadores Sociais – Copis. Disponível em: <http://ibge.gov.br/home/estatística/população/estimativa2011/estimativa.pop.shtm>. Acesso em: 01 mar. 2012.

_____. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <kttp://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1618ez=teo=1ei=P>. Acesso em: 01 fev. 2012.

_____. **Séries Estatísticas e Históricas 1990 a 2010**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/ lista_tema.aspx?op=0eno=1>. Acesso em: 02 fev. 2012.

IBPGR (Roma). **Descriptors for cowpea**. Rome, 1983.

_____. **Expert Consultative Group on genebank standard**. Rome, 1992.

_____. **El sevier's dictionary of plant genetic resources**. Rome: International Board of Plant Genetic Resources, 1991.

LEAL, I. R. et al. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil**. Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

LIMA, J. A. A. et al. Diagnose e estratégias de controle de doenças ocasionadas por vírus. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005a.

LIMA, J. A. A. et al. *Crotalaria paulinea*, novo hospedeiro natural do vírus do mosaico severo do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 429-433, 2005b.

LIMA, G. P. B. et al. Rendimento de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) submetidas a diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, v. 4, n. 3, 205-212, 1999.

LIMA, J. A. A.; SANTOS, A. A. Vírus que infectam o caupi no Brasil. In: ARAÚJO e WATT. **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/Embrapa, 1988.

LIMA, J. A. A. et al. Novas ocorrências de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata*, no Estado do Ceará. I Doenças fúngicas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 229-239, 1985.

MACHADO, C. de F. et al. Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n.1, p. 114-123, 2008.

MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: DeZ Computação Gráfica e Editora. 2004.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, n. 27, 2008. Disponível em: <http://mtc-m19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2010/09.21.18.39/doc/regdoc5034.pdf>. Acesso em 16 abr. 2012.

MEDEIROS FILHO, S.; TEÓFILO, E. M. Tecnologia de produção de sementes. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

MICHEREFF, S. J. et al. Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade do carvão da folha do caupi. **Summa Phytopathologica,** v. 32, n. 1, p. 51-56, 2006.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA DE PERU, 2006. Disponível em: <www.minag.gov.pe>. Acesso em: 23 fev. 2012.

MIRANDA, P. et al. Comportamento de cultivares de *Vigna unguiculata* (L.) Walp., nos sistemas solteiro e consorciado. IV – Tipos ereto e semiereto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 9, n. especial, p.95-105, 1996.

MIRANDA, P. et al. Comportamento de cultivares de Vigna unguiculata (L.) Walp., nos sistemas solteiro e consorciado. III – Tipo ramador. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 10, n. especial, p. 67-76, 1997.

NECHET, K. L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. **Ocorrência e manejo da mancha-café, causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum*, na cultura do feijão-caupi em Roraima**. Embrapa Roraima: Comunicado técnico, 2008.

_____. Reação de cultivares de feijão-caupi a mela (*Rhizoctonia solani*) em Roraima. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 424-428, 2007.

NG, N. Q.; MARÉCHAL, R. Cowpea taxonomy, origin and germplasm. In: SINGH, S. R.; RACHIE, K. O., eds. **Cowpea research, production and utilization**. Chichester: John Wiley, 1985.

NICOLI, C. M. I. et al. Análise econômica de sistemas de produção de feijão-caupi e mandioca no nordeste paraense. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI E VI REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI. **Anais...**, Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006.

NIMER, E. Climatologia da região Nordeste do Brasil. Introdução à climatologia dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, n. 4, p. 3-5, 1972.

NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q. **Distribuição do sistema radicular de caupi em solo arenoso sob diferentes lâminas de água e doses de adubação fosfatada**. Embrapa – CPAMN. Pesquisa em Andamento, 62. Teresina: Embrapa – CPAMN, 1995.

OLIVEIRA, A. P. et al. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-caupi, em Areia/PB. **Horticultura Brasileira**, v. 20. n. 2, p. 180-182, 2002.

OLIVEIRA, J. T. A. MECANISMOS DE DEFESA DO FEIJÃO-CAUPI [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] CONTRA PATÓGENOS. Disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/ anaisconac2006/Palestras/PalestraJTAOLIVEIRA.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2012.

OLIVEIRA, S. R. M. de. **Determinação de parâmetros para estimativa do risco climático no consórcio algodão herbáceo e feijão-caupi**. Teresina-PI, 2010. 111 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2010.

PADULOSI, S.; NG, N. Q. Origin taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: SINGH, B. B. et al. **Advances in cowpea research**. Tsukuba: IITA/ Jircas, 1997. p.1-12.

PASQUET, R. S.; BAUDOIN, J. P. Cowpea. In: CHARRIER, A. et al. **Tropical plant breeding.** Enfield: Science publishers/Cirad, 2001.

PINHO, J. L. N. et al. Ecofisiologia e manejo de plantio. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

PIO-RIBEIRO, G.; ASSIS FILHO, M. F. Doenças do caupi. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005.

PONTE, J. J. Nematóides do caupi, p.593-601. In: ARAÚJO, J. P. P., WATT, E. E. **O caupi no Brasil.** Brasília: IITA/Embrapa, 1988.

PRADO, D. A. As caatingas da América do Sul**.** In: LEAL, I. R. et al. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

PRESCOTT-ALLEN, R.; PRESCOTT-ALLEN, C. How many plants feed the world? **Conservation Biology**, v. 4, n. 4, p. 365-374, 1990.

RACHIE, K. O. Introduction. In: SINGH, S. H.; RACHIE, K. O. (Ed.). **Cowpea**: research, production and utilization. Chichester: John Wiley and Sons, 1985.

RAMALHO, M. et al. **Genética na agropecuária**. São Paulo: Globo, 1990.

RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. **O caupi no Brasil**. Brasília: IITA/Embrapa, 1988.

ROCHA, J. A. M. et al. **Efeito da antecipação da colheita sobre a produtividade e a qualidade da semente do feijão de terceira época de plantio**. Embrapa – CNPAF. Boletim de Pesquisa, 2. Goiânia: Embrapa – CNPAF, 1983.

ROCHA, M. de M. et al. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 270-275, 2009.

ROCHA, M. de M. et al. **Avaliação agronômica de genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte; 67. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2006.

SALGADO, S. M. et al. Caracterização físico-química do grânulo do amido do feijão-caupi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 525-530, 2005.

SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian Caatinga. In: BULLOCK, S. H. et al. **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

SAMPAIO, E.; RODAL, M. D. J. Fitofisionomias da Caatinga. (Documento para discussão no GT Botânica). In: **Avaliação e identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**, Petrolina-PE, 2000. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org/caatinga/relatorios/fitofisionomias.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2004.

SANTOS, A. A. Reação de genótipos de feijão macassar (*Vigna unguiculata*) a *Uromyces vignae*, agente causal da ferrugem. **Fitopatologia brasileira**, v. 15, n. 1, p.90-91, 1990.

SANTOS, A. A.; FIGUEIREDO, M. O. Ocorrência de ferrugem do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Estado do Piauí. **Fitopatologia Brasileira**, v. 12, n. 4, p. 400-402, 1987.

SEN, N. K.; BHOWAL, J. G. Genetics of *Vigna sinensis* (L.) Savi. **Genetica**, v. 32, p. 247-266, 1961.

SILVA, M. A. **Efeito da lâmina de água e da adubação nitrogenada sobre a produção de feijão-de-corda (*Vigna sinensis* L. Savi), utilizando o sistema de irrigação por aspersão em linha**. 1978. 53 p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1978.

SILVA, P. H. S.; CARNEIRO, J. S. Pragas do feijão-caupi e seu controle. In: CARDOSO, M.J. **A cultura do feijão-caupi no Meio-Norte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte. 2000.

SIMON, M. V. et al. Genetic diversity and phylogenetic relationships in Vigna savi germplasm revealed by DNA amplification fingerprinting (DAF). **Genome**, v. 50, n. 6, p. 538-547, 2007.

SMARTT, J. Gene pools in grain legumes. **Econ. Bot.,** v. 38, n.1, p. 24-35, 1984.

SMARTT, J. **Grain legumes**: evolution and genetic resources. Cambridge, Great Britain: Cambridge UniversityPress, 1990.

SOUSA, I. S. **Herança do comprimento do pedúnculo ramificado em feijão-caupi e sua relação com a produtividade e seus componentes**. 2008. 89 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

SOUZA, G. de. Em que se apontam os legumes que se dão na Bahia. In: FREIRE FILHO, F. R. et al. **Produção, melhoramento genético e potencialidades do feijão-caupi no Brasil**. In: REUNIÃO DE BIOFORTIFICAÇÃO, 4., 2011, Teresina, PI, Brasil. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/897440/1/Produçãomelhoramento.pdf>. Acesso em: 20 out. 2011.

SOUZA, I. da S. et al. Determinação da taxa de fecundação cruzada em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: **Anais...**, Embrapa Meio-Norte, Documentos, 121. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM.

STEELE, W. M.; MEHRA, K. L. Structure evolution and adaptation to farming systems and environment in Vigana. In: SUMMERFIELD, R. J.; BUNTING, A. H. **Advances in Legume Science**. England: Royal Botanic Gardens, 1980.

TÁVORA, F. J. A. F. et al. Consorciação da mamona com culturas anuais de ciclo curto. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 19, n. 2, p. 85-94. 1988.

TÁVORA, F. J. A. F. et al. Sistemas de consórcio do milho, sorgo e feijão-caupi em séries de substituição. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 311-317, 2007.

THOTTAPPILLY, G.; ROSSEL, H. W. Worldwide occurrence and distribution of virus diseases. In: SINGH, S.R. e RACHIE, K.O **Cowpea Research, Production and Utilization**, Chichester: John Wiley, 1985.

TIMKO, M. P. et al. Cowpea: pulses, sugar and tuber crops. **Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants**, v. 3, p. 49-67, 2007.

VALE, E. H. et al. Comportamento do girassol e feijão-caupi consorciados em série de substituição. **Revista Verde,** v. 6, n. 2, p. 69-74, 2011.

VALOIS, A. C. et al. **Glossário de recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF: Embrapa – SPI, 1996.

VAVILOV, N. I. **Origin and geography of cultivated plants**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

VIEIRA, R. F.; SARTORATO, A. **Recomendações técnicas para a produção de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de alta qualidade**. Embrapa – CNPAF. Circular Técnica, 10. Goiânia: Embrapa – CNPAF, 1984.

VIEIRA, R. F. et al. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa: Epamig, 1993.

VIJAYKUMAR, A. et al. Phylogenetic analysis of subgenus *Vigna* species using nuclear ribosomal RNA ITS: Evidence of hybridization among *Vigna unguiculata* subspecies. **Journal of Heredity**, v.101, n. 2, 177-188, 2010.

WALTER, B. L M. T. et al. Origens da agricultura, centros de origem e diversificação das plantas cultivadas. In: WALTER, B. M . T.; CAVALCANTI, T. B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. Cap. 2.

WETZEL, M. M. V. S. et al. Recursos genéticos: Coleção Ativa e de Base. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

WILLIAMS, C. B.; CHAMBLISS, O. L. Outcrossing in southernpea. **Hort Science**, v. 15, n. 2, p. 179-189, 1980.

ZEVEN, A. C.; DE WET, J. M. J. **Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity: excluding most ornamentals, forest tree and power plants**. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 1982.

Capítulo 3

Melhoramento genético de milho aplicado ao Nordeste brasileiro

Hélio Wilson Lemos de Carvalho
Emiliano Fernandes Nassau Costa
Cleso Antônio Patto Pacheco
Milton José Cardoso
José Nildo Tabosa
Marcelo Abdon Lira

1 INTRODUÇÃO

As condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro permitem, com algumas restrições, o cultivo do milho em toda a sua extensão, em uma gama considerável de diferentes condições ambientais (SILVA et al., 1993) e de diferentes sistemas de produção. Nessa região tem-se observado, nos últimos anos, um grande incremento na demanda pelo milho, em razão do crescimento da densidade demográfica e do crescente aumento da exploração de aves e suínos, tornando necessária até mesmo, a importação de grande quantidade de grãos de milho de outras partes do país e do exterior, para complementar a necessidade regional.

As lavouras de milho nessa ampla região encontram-se distribuídas em áreas de cerrados, tabuleiros costeiros, agreste e sertão, tornando-se necessário a execução de um programa intensivo de desenvolvimento e de

avaliação de variedades e híbridos de milho, visando fornecer alternativas aos produtores no tocante à escolha de materiais mais estáveis e adaptados às diferentes condições ambientais e aos diferentes sistemas de produção presentes no Nordeste brasileiro.

As áreas de cerrados estão inseridas na região Meio-Norte da região Nordeste, compreendidas pelo Sul do Maranhão, sudoeste piauiense e oeste baiano. Se caracterizam pelo uso maciço de tecnologias de alta produção, a exemplo de práticas avançadas de mecanização agrícola, uso intensivo de herbicidas e de sementes de milho híbrido, adubações em grande escala, entre outros.

Os tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro, compreendem uma faixa de solo que acompanha todo o litoral nordestino, desde o sul da Bahia até o Ceará, cobrindo uma área de 8,42 milhões de hectares (CINTRA; LIBARDI, 1998). Com suas áreas planas ou levemente onduladas, favorecendo a prática da agricultura mecanizada, com temperaturas amenas e um período chuvoso constante (precipitação de 1.500 a 2.000 mm por ano), têm potencial para o desenvolvimento de lavouras de milho. Apesar de nesse ecossistema prevalecer as produções de gado de corte e de leite, de cana-de-açúcar, de cacau, de citros e de outras fruteiras, ocorrem também plantios significativos de mandioca, milho e feijoeiro comum. Esses últimos vêm sendo explorados em toda a extensão dos tabuleiros, em pequenas áreas de produtores, mas com perspectivas de serem produzidos em escala comercial mais ampla, com as vantagens de os produtos serem produzidos nas proximidades dos grandes centros consumidores, bem servidos pela logística de transporte, e em razão dos menores riscos climáticos de produção, graças à constância do regime pluviométrico dessa região.

O sertão nordestino cobre 754.600 km^2, ou seja, 49% das terras da região Nordeste do Brasil, sendo de importância para a produção agrícola. Foi nessa região que as secas criaram, com os anos, sérios problemas socioeconômicos. Normalmente, a precipitação pluviométrica de 300 mm a 700 mm, de distribuição irregular, ocorre em um único período de três a cinco meses, acompanhada de sete a nove meses de seca prolongada. Nessa região concentra a maior área plantada com milho e, é nela que o milho tem grande importância social e econômica, apesar da ocorrência de frustração de safras, em razão do regime pluviométrico inconstante.

A zona do Agreste, zona de transição entre os Tabuleiros e o Sertão nordestinos, é uma das principais regiões de produção agrícola do Nordeste brasileiro. Cobre 169.698 km^2, referente a 11% da área do Nordeste. O

regime pluviométrico de 600 mm a 1.000 mm, distribuídos de abril a setembro, com temperaturas amenas. Se destaca pela produção de alimentos básicos, onde o milho exerce grande importância econômica, por ser, juntamente com o feijoeiro comum, a base de sustentação familiar da maioria dos agricultores.

2 SELEÇÃO DE NOVAS VARIEDADES

No início da década de 1980, em razão dessa diversidade de condições ambientais e de regimes pluviométricos, procurou-se direcionar o programa de melhoramento de milho da Embrapa Tabuleiros Costeiros para a seleção recorrente intrapopulacional, na busca de variedades adaptadas aos diferentes ecossistemas presentes nessa ampla região.

Sabe-se que, grande parte dos produtores nordestinos de milho, é formada por pequenos agricultores, com dificuldades de adoção de tecnologias que demandem aumentos nos custos de produção, incluídas aí as sementes. A utilização de variedades melhoradas pode aumentar substancialmente o rendimento dessas lavouras e são insumos baratos e acessíveis, além de se constituírem em tecnologia de fácil adoção, podendo ser reutilizadas em plantios subsequentes.

Dessa forma, foram desenvolvidas variedades melhoradas de milho, de diferentes ciclos de produção, observando os diferentes regimes pluviométricos de cada ecossistema. Assim, em se tratando dos tabuleiros costeiros, onde o regime pluviométrico é constante no período de abril a setembro, optou-se por selecionar variedades de ciclo semiprecoce. Para as condições do agreste nordestino, com um regime pluviométrico mais reduzido em comparação àquele presente nos tabuleiros, desenvolveram-se variedades de milho de ciclo precoce. No tocante ao sertão nordestino, com regime pluviométrico curto e rigoroso, aonde vem sendo registradas constantes frustrações de safras, optaram-se pela obtenção de variedades de ciclo superprecoce, como forma de reduzir os riscos do cultivo do milho, de forma e garantir ao produtor, o ganho ou uma redução na perda de sua safra de grãos .

Nesse contexto, a partir de 1982, foram introduzidas através do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), germoplasmas de milhos tropicais, os quais foram avaliados em vários locais e anos do Nordeste brasileiro, visando selecionar aqueles superiores para distribuição na região. Nesses trabalhos ficaram evidenciados o bom desempenho apresen-

tado pelas populações CMS 11, CMS 05, CMS 04C, CMS 06 e CMS 07, todas de porte normal e ciclo semitardio, as quais superaram as variedades Centralmex e Dentado Composto, de porte alto e ciclo tardio, tradicionais na região naquela época. Ficou demonstrado que, em termos de precocidade, destacaram-se as populações CMS 28, CMS 33, CMS 35 e CMS 37, sendo que as CMS 28, CMS 33 e CMS 35 associaram essa precocidade a um bom potencial para produtividade.

O bom comportamento produtivo das populações CMS 28, CMS 11 e CMS 33 apresentado em um grande número de ensaios realizados em vários anos e locais do Nordeste brasileiro, aliado a características agronômicas desejáveis, fizeram com que essas populações fossem lançadas oficialmente para exploração econômica em toda a região, sob as denominações de BR 5028 - São Francisco, BR 5011 - Sertanejo, BR 5033 - Asa Branca, após suas populações bases passarem por diversos ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos. Sementes básicas dessas variedades foram produzidas anualmente pelo Serviço de Produção de Sementes Básicas(SPSB)/Petrolina/PE, em quantidade suficiente para os programas de produção de sementes selecionadas em execução no Nordeste brasileiro. Atualmente, ainda são produzidas sementes da BR Sertanejo.

3 MELHORAMENTO INTRAPOPULACIONAL

Entre os vários métodos de seleção intrapopulacional para aumentar a frequência de alelos favoráveis nas populações, o de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos foi o preferido por eficiência e simplicidade, permitindo a obtenção de progressos genéticos de forma mais rápida, pela possibilidade de realização de um ciclo por ano (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1988). A análise dos dados do teste de progênies permite estimar a variância genética aditiva da população base e, em consequência, verificar quais as chances de êxito na seleção. Muitos trabalhos na literatura relatam uma quantidade suficientemente grande de variância genética aditiva em populações de polinização aberta de milho, para o caráter produção de grãos (PACKER, 1998). As estimativas dessa variância são realizadas, em grande parte, utilizando-se de progênies de meios-irmãos, de onde se estimam também, a herdabilidade e o ganho esperado com a seleção.

O referido método de seleção basicamente consiste na avaliação das progênies das espigas de milho em ensaios de produção, com repetições

(LONQUIST, 1946). Com os dados obtidos são selecionadas as melhores progênies (seleção entre progênies). A escolha das melhores plantas dentro das progênies é feita visualmente em lotes isolado por despendoamento. Essa escolha corresponde a uma seleção massal praticada nas progênies selecionadas (seleção dentro das progênies). Nesse lote isolado de despendoamento, o material é plantado na proporção de três fileiras femininas para uma masculina, sendo as fileiras masculinas plantadas, com uma amostra representativa das progênies selecionadas. Dessa maneira, obtém-se uma boa recombinação gênica entre as progênies selecionadas. Nos trabalhos de melhoramento realizados no Nordeste brasileiro, com diversas populações, tem-se utilizado 200 progênies de meios irmãos. Após a realização dos ensaios de avaliação das progênies de cada população, é praticada uma intensidade de seleção de 10%, entre as progênies. Dentro das progênies selecionadas, no campo de recombinação, é praticada também uma intensidade de seleção de 10%, de forma a recompor as 200 progênies, dentro do mesmo ano agrícola, completando-se, assim, um ciclo/ano. O esquema geral do método de seleção pode ser descrito como se segue.

O primeiro trabalho relatando resultados altamente satisfatórios com o emprego do método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos indicou um progresso médio de 13,6% por ciclo num período de três ciclos de seleção para produtividade de grãos de milho (PATERNIANI, 1967). Webel e Lonquist (1967) obtiveram um progresso médio de 9,4% por ciclo, durante quatro ciclos. Paterniani (1968) obteve um ganho total após quatro ciclos de seleção de 15,2 % a mais que a população original, ressaltando

a eficiência do método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos no melhoramento de milho.

Registros de outros trabalhos ressaltam que o método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos foi promissor no melhoramento das populações Cateto, Dente Paulista, Caingang (ZINSLY, 1968). Em seis ciclos de seleção realizados na população Centralmex, Segovia (1976) mostrou que o método foi eficiente até o ciclo 3, com um progresso médio de 3,3% por ciclo; do ciclo IV ao VI, não foi detectada mudança na população devido principalmente à interação genótipo x ambiente.

Ramalho (1977), em um levantamento das estimativas obtidas de trabalhos com progênies de meios irmãos, realizados no Brasil, até 1976, envolvendo 30 avaliações, mostrou que os valores referentes à variância genética aditiva, do caráter peso de grãos, oscilaram de 41,0 $(g/planta)^2$ a 758,9 $(g/planta)^2$, com média de 420,0 $(g/planta)^2$, e enfatiza que esta é a parte herdável da variância genética, a única aproveitável na seleção. Outro levantamento, englobando 58 avaliações de progênies de meios-irmãos, foi efetuado por Vencovsky et al. (1987), citados por Bigoto (1988), registrando-se para a variância genética aditiva uma amplitude de 41,0 $(g/planta)^2$ a 753,0 $(g/planta)^2$, com média de 309,0 $(g/planta)^2$. Deve-se ressaltar que as estimativas obtidas nesses levantamentos estão superestimadas, em razão de as progênies serem avaliadas em um local e, não se pôde isolar a variância genética da interação progênies x locais. Em um levantamento mais amplo relatado por Bigoto (1988), as médias das estimativas obtidas para a variância genética aditiva, de diferentes populações de milho, para o caráter produção de grãos, em (g/planta), variaram de 83,0 a 1.468,0 e, o autor enfatiza que a maioria das populações utilizadas mostrou-se potencialmente promissora, mesmo aquelas em que as estimativas foram obtidas em apenas um local. No exterior, Hallauer e Miranda Filho (1988) também realizaram um levantamento, envolvendo 99 ensaios, e comprovaram a eficiência do método de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, ressaltando, ainda, que, além da sua praticidade, ele é capaz de manter suficiente variabilidade genética para propiciar progressos no decorrer dos ciclos de seleção. O valor médio detectado por esses autores foi de 469,1 $(g/planta^2)$

Constatada a eficiência do método de seleção entre e dentro de progênies de meios para aumentar a produtividade de grãos de diversas populações, conforme relatos apresentados, elegeu-se o referido método de seleção para dar início a um programa de melhoramento intrapopulacional

no Nordeste brasileiro visando a obtenção de variedades melhoradas direcionadas para os ecossistemas dos tabuleiros costeiros, agreste e sertão.

Foram eleitas, inicialmente, para serem incorporadas nesse programa de melhoramento as populações CMS 28; CMS 35, de porte baixo e ciclo superprecoce; e CMS 11, de porte intermediário e ciclo semiprecoce.

4 POPULAÇÃO CMS 28 SÃO FRANCISCO

A população de milho CMS 28 foi introduzida do CIMMYT, através do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, tendo como principais características a cor branca dos grãos, reduzida altura de planta e da espiga e tipo de grãos semidentados. Em 1978/79 passou por um ciclo de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, e em 1980/81 foi submetida a um ciclo com progênies de irmãos germanos. Na época da colheita do campo de recombinação, observou-se que dentro da população ocorria a segregação para grãos amarelos. Esses grãos foram selecionados para dar início à formação da população CMS 28, com coloração amarela. Após a recombinação, em lote isolado por despendoamento, uma amostra representativa dessas sementes amarelas foi enviada ao Centro Nacional de Pesquisa de Coco, atual Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros, em Sergipe, para início de um programa de melhoramento.

No ano de 1984, foi plantada, em Gararu, Sergipe, uma área de 2.000 m^2, efetuando-se no momento da colheita, a seleção de 200 progênies competitivas, prolíficas, bem empalhadas, com baixa altura de planta e da inserção da espiga, grãos semidentados e amarelos. A seguir, foram realizados três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos nessa população, nos anos agrícolas de 1985, em Gararu, e em 1986 e 1987, no município de Propriá e Poço Verde, localizados nas zonas semiárido do Estado de Sergipe. No período de 1988 a 1990 foram praticados nessa população três ciclos de seleção massal simples.

A partir de do ano de 1991, retomou-se o programa de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos, realizando-se os ciclos VI e VII, em Neópolis (1991 a 1992), VIII e IX em Neópolis e Lagarto (1994 e 1995), X, em Nossa Senhora das Dores, Neópolis e Cruz das Almas (1996), a XI em Nossa Senhora das Dores e Umbaúba (1997), o XII em Neópolis, Nossa Senhora das Dores e Umbaúba (1998), o XIII (1999), o XIV (2000) e XV (2001), nos municípios de Neópolis e Nossa Senhora das Dores.

As estimativas das variâncias genéticas entre progênies e das variâncias aditivas dos ciclos original, I e II, são mostradas na Tabela 1, podendo-se averiguar valores mais altos para o primeiro ciclo de seleção, mesmo considerando que no ciclo original essas estimativas foram obtidas em um só local. Isto não é esperado, pois resultados relatados por diversos autores têm mostrado uma redução do ciclo original em relação ao ciclo I, com posterior estabilização nos demais ciclos (CUNHA, 1976; PATERNIANI, 1968; SANTOS; NASPOLINI FILHO, 1986).

Os valores das variâncias genéticas entre progênies e aditiva (Tabela 1), no ciclo original, foram 101,3 $(g/planta)^2$ e 405,0 $(g/planta)^2$, respectivamente, sendo superiores aos encontrados por Aguiar (1986) e Carvalho et al. (2000 b), com progênies do ciclo original das populações CMS-39 e CMS-52, respectivamente, na média dos dois locais. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito com progênies de meios-irmãos (56,5%) e na seleção massal (22,4%) foram altos, o que mostra a potencialidade da variedade São Francisco na continuidade do programa de melhoramento. As estimativas dos parâmetros genéticos no ciclo II de seleção (Tabela 1) sofreram forte redução em relação às detectadas no ciclo I, provocada pelo estresse de umidade verificado no decorrer do período experimental.

Realizados esses três ciclos iniciais de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, a variedade BR 5028 - São Francisco passou por três ciclos de seleção massal, retomando-se a seguir, a seleção com progênies de meios-irmãos, praticando-se dez novos ciclos de seleção, no período de 1991 a 2001.

As estimativas da variância genética entre progênies mostraram queda da variabilidade do ciclo VI ao ciclo XI, encontrando-se menores valores nos ciclos VIII, IX, X e XI, realizados em mais de um local e, estando, portanto menos influenciados pela interação progênies x locais. A partir do ciclo XII, detectou-se acréscimo da variabilidade genética, permanecendo mais ou menos constante até o ciclo XV. Com quaisquer das estimativas constata-se o mesmo comportamento da variabilidade genética. Para Webel e Lonquist (1967), a queda inicial da variabilidade pode ser atribuída à redução das grandes diferenças entre as progênies de meios-irmãos na população original e na fixação de grande parte de genes maiores como resultado da seleção inicial.

Moll e Stuber (1974), citados por Bigoto (1988), verificaram que alguns trabalhos reportados na literatura, não apresentam uma queda significativa

na variabilidade genética. Concordando com essas afirmações, Hallauer (1981) relatando os resultados obtidos em seis programas de seleção nos Estados Unidos, enfatizou que em nenhum deles ocorreu uma diminuição da variância genética aditiva com o avanço dos ciclos de seleção. Incrementos na variabilidade no decorrer dos ciclos de seleção podem ser devido, segundo Webel e Lonquist (1967), por libertação de variabilidade latente presente nos blocos poligênicos. Os dados do presente trabalho suportam à sugestão apresentada, pois, para que progressos contínuos tenham sido obtido, nova variabilidade utilizável deve ter sido libertada.

A variação apresentada na variância genética aditiva acompanhou à observada para a variância genética entre progênies e suas magnitudes evidenciaram a variabilidade presente na variedade BR 5028 - São Francisco.

As estimativas da variância da interação progênies x locais evidenciaram grandes divergências entre os locais e um comportamento diferenciado das progênies nesses locais, principalmente nos ciclos VIII, IX, X, XII, XIV e XV de seleção (Tabela 1). Quando se pretende obter materiais genéticos para ambientes mais amplos é sabida a necessidade de que a seleção seja baseada em avaliações realizadas em mais de um local, pois, selecionando-se em um só local, o ganho poderá estar superestimado. Comstock e Moll (1963), citados por Bigoto (1988) ressaltam que um tipo de progênies como a de meios-irmãos, como liberam pouca variabilidade, espera-se normalmente que apresentem uma interação genótipo por ambiente de pequena magnitude. Ramalho (1977) reforçou essa colocação, apresentando levantamentos da variância aditiva a partir de progênies de meios-irmãos, obtendo estimativas de um mesmo local, comparadas com aquelas em mais de um local, não muito superestimados, embora as comparações não tenham sido feitas entre as mesmas populações.

No presente trabalho (Tabela 1) com estimativas obtidas da mesma população, nota-se que as estimativas mostradas nos ciclos VI e VII, em um só local, estão superestimadas, quando comparadas com aquelas obtidas nos demais ciclos, em mais de um local. Reportando ainda à importância da interação progênies x locais, Hallauer e Miranda Filho (1988) ressaltaram que esse componente da variância pode atingir mais de 50% da estimativa da variância genética entre progênies, e as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos em apenas um local são superestimados, pela existência do componente da variação resultante da interação progênies x local, que não pode ser isolado.

Os valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito com média de progênies de meios-irmãos (h^2m) superaram os obtidos nas próprias plantas (h^2), em todos os ciclos de seleção (Tabela 1), o que indica que a variação genética existente entre indivíduos meios-irmãos é grande em relação à variância fenotípica, o que é concordante com os relatos de Santos et al. (1998) e Carvalho et al. (2000a; 2000b; 2000c), sendo os valores mais altos obtidos a nível de local. As magnitudes dos coeficientes de variância genética mostraram que as populações dos ciclos VI, VII e VIII apresentaram variabilidade. Os coeficientes b retratam uma seleção mais favorável para a seleção no âmbito local, sendo os valores mostrados a nível de local, superiores aos relatados por Ramalho (1977) e Pacheco (1987). A finalidade principal do índice b, segundo Vencovsky (1978), é indicar se determinado material, em uma dada fase de avaliação, se presta à seleção. De acordo o com autor, uma situação mais favorável para a seleção de progênies de milho é quando a estimativa de b apresente valor próximo ou superior à unidade.

As estimativas dos ganhos esperados com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos nos ciclos original, I e II são mostradas na Tabela 1, podendo-se averiguar que não houve uma redução do ciclo original para o ciclo I de seleção, mesmo considerando que no ciclo original essas estimativas foram obtidas em um só local, capitalizando a interação progênies x locais. As magnitudes obtidas dos ganhos genéticos esperados com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos nos ciclos original, I e II, foram, respectivamente, 15,4%, 15,3% e 1,1%, com média de 10,6%, sendo compatíveis com os obtidos por Carvalho et al. (2000 a). A comparação entre os ganhos esperados pela seleção entre progênies com os esperados pela seleção massal, indica que o progresso genético esperado por seleção entre progênies de meios-irmãos foi superior aos esperados pela seleção massal dentro das progênies, à semelhança foi observado por Pacheco (1987) e Carvalho et al. (2000a; 2000c; 2000d).

Nesses ciclos espera-se um ganho de 9,7 g/planta devido à seleção entre progênies de meios-irmãos versus 4,2 g/planta devido à seleção massal. Desconsiderando o ciclo II, onde se detectou uma forte redução da variabilidade, explicada pela escassez de chuvas durante o período experimental, o progresso genético médio esperado por ciclo de seleção nos dois primeiros ciclos foi de 15,3%, registrando-se uma maior contribuição da seleção entre progênies de meios-irmãos (66%), em relação à seleção massal dentro das progênies (44%).

As estimativas do progresso genético esperado entre e dentro de progênies de meios-irmãos, no decorrer dos ciclos VI ao XV, foram , em média, 11,8% e 8,25%, respectivamente, sendo 20,0%, o ganho médio ciclo/ano. Desconsiderando os valores encontrados nos ciclos VI e VII, realizados em um só local, estando por isso, influenciados pela interação progênies x locais, as estimativas dos ganhos genéticos esperados entre e dentro de progênies de meios-irmãos foram de 9,1% e 5,2%, respectivamente, totalizando 14,3%, o ganho esperado ciclo/ano, expressando mais uma vez, o potencial genético da variedade São Francisco em responder à seleção com vistas ao aumento da produtividade de espigas.

Após ajustar as médias dos ciclos das progênies avaliadas, para torná-las comparáveis, verificou-se que o ganho acumulado obtido entre os ciclo VI e XV foi de 2.019 kg/ha, e equivalente a 40,27%, o que fornece um ganho/ciclo/ano de 201,9 kg/ha, correspondendo a 4,03%. À semelhança do observado nos três primeiros ciclos de seleção e o progresso genético esperado por seleção entre progênies de meios-irmãos foi superior àquele observado pela seleção massal. Nos dez últimos ciclos, espera-se um ganho de 9,4 g/planta devido à seleção entre progênies de meios-irmãos versus 8,2 g/planta devido à seleção massal, registrando-se uma maior contribuição da seleção entre progênies de meios-irmãos (53,4%) em relação à seleção massal (46,6%).

Considerando a variabilidade detectada a partir das estimativas dos parâmetros genéticos e o fator de a variedade BR 5028 - São Francisco apresentar alto potencial genético para a produtividade de espigas, acredita-se que substanciais progressos poderão advir com a continuidade do programa de seleção.

Ao final do ciclo XV de seleção, a variedade BR 5028 – São Francisco apresentou-se com alto potencial genético para a produtividade, associado a uma ampla base genética, justificando sua recomendação para os sistemas de produção dos pequenos e médios agricultores do ecossistema do agreste nordestino.

Tabela 1 – Estimativas obtidas em cada local e análises conjuntas, considerando os caracteres peso de grãos nos ciclos original, I e II e peso de espigas, nos demais ciclos de seleção, referentes à variância genética entre progênies (σ^2_p), variância genética aditiva (σ^2_A), variância de interação progênies x locais (σ^2_{pxl}), coeficiente de herdabilidade no sentido restrito de médias de progênies (h^2_m), e quanto à seleção massal (h^2), coeficiente de variação genética (C.Vg), índices de variação (b) e ganhos genéticos entre e dentro de progênies de meios-irmãos (Gs), com a variedade BR 5028-São Francisco (Região Nordeste do Brasil, 1985 a 2001)

Ciclos	Locais	σ^2_p	σ^2_A	σ^2_{pxl}	h^2_m	h^2	C.Vg	b	Gs entre		Gs dentro		Gs total
		(g/planta)²			(%)				g/planta	%	g/planta	%	%
O	1	101,3	405,0	-	56,5	22,4	7,9	0,7	13,3	10,5	6,3	4,9	15,4
I	2	156,3	625,1	11,3	49,2	13,5	8,9	0,5	15,4	11,0	6,1	4,3	15,3
II	2	2,4	9,6	38,8	4,2	1,0	2,1	0,1	0,6	0,8	0,2	0,3	1,1
VI	1	456,8	1827,1	-	83,1	62,6	16,4	1,6	34,2	26,4	34,7	26,6	53,0
VII	1	318,4	1273,4	-	67,4	50,2	12,7	1,0	25,7	18,3	18,7	13,3	31,6
VIII	2	188,3	753,2	256,4	52,0	43,4	10,5	1,1	17,4	13,3	14,5	11,1	24,4
IX	2	71,9	287,8	239,4	29,8	15,2	6,7	0,6	8,1	6,4	5,0	3,9	10,3
X	3	80,4	321,7	135,7	80,8	21,5	7,2	0,7	14,1	11,2	6,2	4,9	16,1
XI	2	25,7	102,6	76,9	28,5	11,4	4,7	0,5	4,8	4,4	2,5	2,3	6,7
XII	3	78,3	313,2	204,2	45,6	22,0	6,7	0,7	1,04	7,8	5,1	3,8	11,6
XIII	2	70,9	283,7	72,8	44,7	16,7	8,0	0,6	9,9	9,4	3,3	3,8	13,2
XIV	2	91,2	364,7	189,6	40,4	24,3	9,2	0,7	10,6	10,3	7,2	6,9	17,2
XV	3	113,4	453,8	211,3	47,9	16,3	8,4	0,6	12,9	10,2	6,3	5,0	15,2

Fonte: elaborada pelos autores.

5 CMS 11 SERTANEJO

A população Pool 21 do CIMMYT foi introduzida no Brasil em 1975, pela Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), e recebeu a denominação de CMS-11, após sofrer um ciclo de seleção massal no ano agrícola de 1976/77. Posteriormente, esta população passou por dois ciclos de seleção entre e dentro de progênies de irmãos germanos, no ano agrícola de 1978/79 e 1979/80. Em 1981/82 foram avaliadas 400 progênies S_2 obtidas das melhores progênies de irmãos germanos (Gama et al., 1986). Introduzida no Nordeste brasileiro em 1982, foi avaliada em diferentes áreas produtoras de milho e demonstrou possuir bom potencial para produção (CARVALHO et al., 1992) sendo escolhida para ser submetida , ao programa de melhoramento intrapopulacional de milho para a região Nordeste do Brasil, onde recebeu a denominação de BR 5011 - Sertanejo. Trata-se de uma variedade de milho de polinização aberta, com florescimento masculino e colheita aos 61 dias e 130 dias, respectivamente. Apresenta altura média de planta entre 2,00m a 2,60m e altura média de inserção da primeira espiga entre 1,30m a 1,50m, com bom empalhamento das espigas e boa tolerância ao acamamento e quebramento do colmo. Apresenta grãos semiduros com coloração amarelo-intensa.

No ano agrícola de 1984, foi plantada uma área de 2.000m^2 com esta população, no município de Gararu, onde foram obtidas 200 progênies de meios-irmãos, com base em boas características de altura de planta e espigas, resistência ao acamamento, prolificidade, empalhamento, tipo e coloração de grãos e disposição das fileiras na espiga. A seguir, foram realizados três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos em 1985 (Gararu), correspondendo ao ciclo original, e em 1986 e 1987 (Propriá e Poço Verde), correspondendo aos ciclos I e II, respectivamente.

Em cada um desses ciclos, foram avaliadas 200 progênies em dois látices simples 10 x 10, sendo as progênies de 1 a 100 colocadas nos ensaios A, e de 101 a 200, no ensaio B.

Entre 1988 e 1990, essas populações passaram por três ciclos de seleção massal quanto aos caracteres altura de planta e de inserção da primeira espiga, empalhamento, acamamento e quebramento do colmo, coloração de grãos, no Estado de Sergipe. No último ciclo de seleção massal, em 1990, foram selecionadas 196 progênies quanto aos caracteres já mencionados, para reiniciar o programa de melhoramento, utilizando-se o esquema de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, em látice simples 14 x 14.

A partir daí, foram realizados os ciclos VI e VII, no ano de 1991 e 1992, no município de Neópolis; o ciclo VIII, em 1993, em Neópolis e Umbaúba; o IX, em 1994, em Lagarto; o X, em Neópolis, Lagarto e Cruz das Almas, em 1995; o ciclo XI, em Nossa Senhora das Dores e Neópolis, em 1996; o XIII, em Nossa Senhora das Dores e Umbaúba, em 1997; o XIII, em Neópolis e Umbaúba, no ano de 1998; os ciclos XIV e XV, nos municípios de Neópolis e Nossa Senhora das Dores, respectivamente, nos anos agrícola de 1999 e 2000; e o ciclo XVI, em Neópolis e em dois ambientes, no município de Nossa Senhora das Dores, no ano agrícola de 2001.

A metodologia utilizada para avaliar as progênies de meios irmãos dessa população foi semelhante àquela praticada com a população CMS 28 para obtenção da variedade São Francisco. Da mesma forma, a metodologia aplicada para a estimação dos parâmetros genéticos nos diferentes ciclos de seleção foi também semelhante àquela praticada com a população anterior.

Na Tabela 2, analisando-se o comportamento das estimativas dos parâmetros genéticos encontradas na variedade BR 5011 – Sertanejo, verifica-se que houve um decréscimo da variabilidade do ciclo original para os ciclos I e II. Essa tendência foi também observada por Webel e Lonquist (1967), Paterniani (1968), Santos e Naspolini Filho (1986), Pacheco (1987) e Carvalho et al. (2000a; 2000b) e, ressaltada por Ramalho (1977) como sendo devida à utilização máxima da variabilidade livre existente no ciclo original e que corresponde à segregação de blocos poligênicos. A partir do primeiro ciclo de seleção é utilizada a variabilidade genética latente, presente dentro de blocos poligênicos e que vai sendo libertada gradativamente através de permuta gênica.

As estimativas da variância entre progênies de meios-irmãos, (Tabela 2), exprimem o grau de variabilidade entre as progênies de meios-irmãos. A população original apresentou os maiores valores de variância de meios-irmãos. Com um ciclo de seleção, o valor dessa variância diminuiu sensivelmente, em razão, não só da exploração da variabilidade livre no ciclo original, conforme discutido, mas, também, por serem as progênies desse ciclo de seleção avaliadas em dois locais, tornando as estimativas menos influenciadas pelo componente da interação progênies x locais. As estimativas dos parâmetros genéticos referentes ao ciclo II foram drasticamente reduzidas em relação aos ciclos original e I, que pode ser explicada como causada pelo estresse de umidade, que provocou redução na produtividade, com reflexo na magnitude das estimativas desses parâmetros (HALLAUER; MIRANDA FILHO, 1988). As estimativas dessa variância, a partir do ciclo

VI de seleção, não mostraram queda na variabilidade no decorrer de ciclos de seleção, quando realizados em um só local, detectando-se, no entanto, uma redução acentuada quando a seleção foi realizada na média de dois a três locais. Nestas, foi isolada a influência de interação progênies x locais.

A variação detectada na variância genética aditiva acompanhou à mostrada na variância genética entre progênies, registrando-se os valores mais elevados nos ciclos VI, VII e IX, quando a seleção foi efetuada em apenas um local. Apesar de essas estimativas, obtidas nesses ciclos citados, estarem influenciadas pela interação progênies x locais, os valores elevados nos ciclos original e VI foram também devido à exploração da variabilidade livre presente nesses ciclos de seleção. A estimativa obtida no ciclo original, 147,7 $(g/planta)^2$ foi compatível com os encontrados por Bianco (1984). Os valores obtidos nos ciclos VI, VII e IX oscilaram de 794,8 $(g/planta)^2$ a 865,0 $(g/planta)^2$ e superaram aqueles relatados por Ramalho (1977). As estimativas encontradas a partir das análises conjuntas estão compatíveis com as relatadas por Aguiar (1986), Pacheco (1987) e Carvalho et al. (2000a; 2000b; 2000d). Paterniani (1968) ressalta que é do máximo interesse que a variância genética aditiva permaneça tão alta quanto possível, para permitir progressos substanciais por seleção. O autor comenta ainda que esse método de seleção reduz muito essa variância no primeiro ciclo de seleção, mas, apesar dessa redução, no decorrer dos ciclos de seleção, tem-se observado ganhos altamente satisfatórios, a exemplo dos obtidos por Webel e Lonquist (1967), Paterniani (1968), Segóvia (1976), Sawazaki (1979), Bigoto (1988) e Carvalho et al. (2000d).

As estimativas da variância da interação progênies x locais evidencia grande divergência entre os locais e um comportamento diferenciado das progênies nesses locais. Hallauer e Miranda Filho (1988) comentam que estes componentes da variância pode atingir mais de 50% do valor da estimativa da variância genética entre progênies e que as estimativas de parâmetros genéticos obtidos em apenas um local são superestimadas, em razão da existência do componente de variação resultante da interação progênies x local, que não pode ser isolado. Paterniani (1968) ressalta que após sucessivos ciclos de seleção o material deverá tornar-se progressivamente mais uniforme, e, também, deverá haver menos interação genótipos x ambiente.

Os coeficientes de herdabilidade no sentido restrito na média das progênies de meios-irmãos (h^2_m) superaram os registrados na seleção massal (h^2), indicando que a seleção com progênies de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção massal; isso concorda com Aguiar (1986), Pacheco

(1987) e Santos et al., (1998). Deve-se ressaltar mais uma vez, que os valores mais altos foram encontrados nos ciclos realizados em um só local.

As magnitudes dos coeficientes de variação genética mostraram que a população original é a que apresenta maior variabilidade (Tabela 2), decrescendo depois nos ciclos seguintes. O decréscimo da variabilidade genética não é, entretanto, indicado na mesma proporção, pela variância de meios-irmãos e pelos coeficientes de variação genética. Fato semelhante foi observado por Parteniani (1968) com a população Piramex e Centralmex. Os valores dos coeficientes de variação genética obtidos refletem uma boa variação entre as progênies em todos os ciclos, apesar de ser relevante no âmbito local. As estimativa dos índices b retratam uma situação mais favorável para a seleção a nível de local. Para Vencovsky (1978), uma situação muito favorável para a seleção de progênies de milho é quando a estimativa de b apresenta valor próximo ou superior a unidade.

Os ganhos estimados com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos no ciclo original foi de 20,5% e 14,5%, totalizando 35,0% (Tabela 2). Essa estimativa foi obtida pela seleção realizada em um só local, estando, assim, influenciada pela interação progênies x locais e, foi de magnitude superior aos relatados por Paterniani (1968), Segóvia (1976), Santos e Naspolini (1986) e Carvalho et al. (2000a; 2000b). O ganho total estimado no ciclo I foi de 9,4%. Esse decréscimo em relação ao ciclo original, deve-se, principalmente, ao fato de esse ciclo ter sido realizado em dois locais, reduzindo a interação progênies x locais. Mesmo assim, a magnitude desse ganho deve ser considerado elevada quando comparada com as disponíveis na literatura (PATERNIANI, 1968; PACHECO, 1987). No ciclo II, a estimativa total do ganho esperado foi de 4,9%, bastante inferior ao destacado no ciclo I, em razão, provavelmente, da escassez de chuvas que reduziu drasticamente as médias de produção de grãos das progênies nesse ano agrícola.

Entre os ciclos VI e XVI de seleção (Tabela 2) as estimativas mais elevadas dos ganhos com a seleção entre e dentro das progênies foram encontradas nos ciclos VI, VII e IX, em razão de esses ciclos terem sido realizados em apenas um local, capitalizando a interação progênies x locais. Os ganhos totais estimados foram 16,4%, no ciclo VI, 17%, no ciclo VII e, 18,5%, no ciclo IX. As estimativas do progresso genético esperado nos últimos onze ciclos de seleção foram, em média, 6,9% e 2,9%, entre e dentro de progênies, respectivamente, totalizando 9,8%.

Considerando que as diferenças entre as médias da testemunha comum (variedade BR 106) refletiram as diferenças ambientais e/ou interação de

um ciclo para outro, pôde-se ajustar as médias dos ciclos das progênies avaliadas, para torná-las comparáveis. Dessa forma, o ganho acumulado obtido entre os ciclos VI e XVI foi de 1,630 kg/ha, o equivalente a 29,24%, o que fornece um ganho ciclo/ano de 148,2 kg/ha, correspondendo a 2,66%.

Trabalhos relatados na literatura mostraram que existe concordância entre os valores dos progressos esperado e observado, a exemplo dos citados por Webel e Lonquist (1967), que obtiveram no milho Hays Golden, um progresso genético esperado de 8,39% e um progresso observado de 9,44%; Paterniani (1968), que obteve no milho Piramex, um progresso esperado de 5,81% e um progresso observado de 3,79% e por Sawazaki (1979), que obteve em treze ciclos com a variedade IAC-Maya, um progresso esperado de 5,62% e um progresso observado de 2,84%.

Valores do progresso esperado, superestimados em relação ao progresso obtido, à semelhança do verificado com os últimos onze ciclos de seleção com a variedade Sertanejo, foram relatadas por Miranda et al. (1977; 1978), citados por Sawazaki (1979), que obtiveram no milho IAC-I um progresso esperado de 8,8% e um progresso observado de 1,9%, nos oito primeiros ciclos de seleção e, de um progresso esperado de 7,2%, contra um progresso observado de 3,3%, nos ciclos IX e X. Entre as possíveis causas que possam contribuir para maior discordância entre os valores do progresso esperado com o progresso observado, pode-se apontar o uso do diferencial de seleção estandardizado (constante K), principalmente no caso de seleção não truncada, e a baixa eficiência da seleção massal dentro de progênies. Lembrando que, no presente estudo, tanto entre progênies, quanto dentro de progênies efetuou-se uma rigorosa seleção não truncada, pode-se explicar, em parte a discrepância entre a relação do progresso esperado com o observado.

Nota-se também, na Tabela 2, que a seleção entre progênies de meios-irmãos foi mais eficiente que a seleção massal dentro de progênies, uma vez que, a contribuição média para progresso esperado, nos últimos onze ciclos de seleção, foi, respectivamente, 70,41% e 29,59%, o que é concordante com Paterniani (1968), Sergovia (1976) e Carvalho et al. (2000a; 2000b).

Analisando-se os resultados apresentados infere-se que as altas médias de produtividade das progênies associadas às altas magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos evidenciaram que a variedade BR 5011 – Sertanejo possui alta variabilidade genética, tanto livre, quanto potencial, o que dá possibilidade de aumentos subsequentes da produtividade de espigas com o desenvolver de novos ciclos de seleção.

Tabela 2 – Estimativas obtidas em cada local e análises conjuntas, considerando os caracteres peso de grãos nos ciclos original, I e II e peso de espigas, nos demais ciclos de seleção, referentes à variância genética entre progênies (σ^2_p), variância genética aditiva (σ^2_A), variância de interação progênies x locais (σ^2_{pxl}), coeficiente de herdabilidade no sentido restrito de médias de progênies (h^2_m), e quanto à seleção massal (h^2), coeficiente de variação genética (C.Vg), índices de variação (b) e ganhos genéticos entre e dentro de progênies de meios-irmãos (Gs), com a variedade BR 5011 - Sertanejo (Região Nordeste do Brasil, 1985 a 2001)

Ciclos	Locais	σ^2_p	σ^2_A	σ^2_{pxl}	h^2_m	h^2	C.Vg	B	Gs entre		Gs dentro		Gs total
		(g/planta)²			(%)				g/planta	%	g/planta	%	%
O	1	369,4	147,7	-	64,3	44,3	14,5	0,9	27,0	20,5	18,7	14,5	35,0
I	2	77,8	311,2	65,4	35,7	-	6,3	0,4	7,3	6,6	3,8	2,8	9,4
II	2	14,7	58,9	113,3	13,0	-	5,2	0,3	2,4	3,3	1,1	1,6	4,9
VI	1	213,5	854,0	-	52,8	21,2	12,0	1,0	18,6	11,1	8,9	5,3	16,4
VII	1	216,2	865,0	-	57,5	25,3	8,6	0,8	19,6	11,4	9,7	5,6	17,0
VIII	2	47,0	188,0	320,8	17,6	2,1	4,4	0,4	5,0	3,3	1,3	0,9	4,2
IX	1	198,7	794,8	-	56,3	24,	9,6	0,8	18,5	12,4	9,1	6,1	18,5
X	3	42,8	171,1	109,9	36,0	3,7	5,5	0,4	6,9	5,8	1,7	1,5	7,3
XI	3	34,2	136,8	143,6	29,4	7,8	4,3	0,4	5,6	4,1	1,9	1,4	5,5
XII	2	6,6	26,4	100,8	10,0	3,0	2,8	0,3	1,7	1,6	0,6	0,6	2,2
XIII	2	41,6	166,4	246,2	21,6	14,9	5,1	0,6	5,2	4,2	2,6	2,1	6,3
XIV	2	45,2	180,8	12,9	11,1	7,8	5,4	0,4	7,4	5,9	2,2	1,8	7,7
XV	2	66,8	267,2	348,6	22,5	12,6	6,7	0,6	6,8	5,6	4,5	3,4	9,0
XVI	3	158,8	635,2	391,0	45,6	19,6	9,2	0,7	14,9	10,9	4,8	3,5	14,4

Fonte: elaborada pelos autores.

6 POPULAÇÃO CMS 35 BRS CAATINGUEIRO

A população de milho CMS 35, introduzida do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (Cimmyt) pela Embrapa Milho e Sorgo, tem como principais características a superprecocidade, reduzidas alturas da planta e de inserção da primeira espiga, bom empalhamento e tipo de grão semiduro, de coloração amarelo laranja. Uma amostra desse material foi recebida pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, para iniciar o programa de melhoramento para a região Nordeste do Brasil. No ano agrícola de 1997, foi cultivada uma área de 1.000 m^2, em Aracaju/SE, onde foram obtidas 196 progênies de meios irmãos, com base em boas características de altura da planta e da espiga, resistência ao acamamento e ao quebramento do colmo, prolificidade, empalhamento, tipo e coloração de grãos e disposição das fileiras na espiga. Em 1998, foi realizado, nos municípios de Neópolis e Umbaúba/SE, o ciclo I de seleção entre e dentro de progênies de meios irmãos; os ciclos II e III foram realizados no decorrer dos anos agrícolas de 1999 a 2000, respectivamente, nos municípios de Nossa Senhora das Dores e Neópolis/SE.

A seguir, foram realizados os ciclos IV, V e VI de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, no período de 2002 a 2004, sendo as avaliações realizadas nos municípios de Nossa Senhora das Dores e Simão Dias/SE. Os ciclos VII, VIII e IX foram realizados no decorrer dos anos agrícolas de 2005, 2006 e 2007 nos municípios de Frei Paulo e Simão Dias/SE.

A metodologia utilizada para avaliar as progênies de meios irmãos dessa população foi semelhante àquela praticada com a população CMS 28 para obtenção da variedade São Francisco. Da mesma forma, a metodologia aplicada para a estimação dos parâmetros genéticos nos diferentes ciclos de seleção foi também semelhante àquela praticada com a população anterior.

As estimativas dos parâmetros genéticos são apresentadas na Tabela 3, onde se constata uma queda da variabilidade do ciclo I para o ciclo II. Fato semelhante tem sido observado em diversos trabalhos similares de melhoramento, utilizando-se esse tipo de progênie. Do ciclo II para o ciclo III, foi observado acréscimo da variabilidade, permanecendo constante até o ciclo IV. Nova queda da variabilidade foi constatada do ciclo IV para o ciclo V, permanecendo constante até o ciclo VII. Obteve-se acréscimo da variabilidade no ciclo VIII, ressaltando-se que esse ciclo foi realizado em um só local, estando, portanto, influenciado pela interação progênies x local. Nova queda da variabilidade foi verificada no ciclo IX, sendo as ava-

liações das progênies desse ciclo realizadas em dois locais, estando pouco influenciadas pela interação progênies x locais.

Verificou-se que a variação detectada na variância genética aditiva acompanhou aquela observada na variância genética entre progênies, registrando-se valores mais altos nos ciclos I, II, III, VI, VII e VIII e evidenciam a grande variabilidade genética presente na variedade de milho Caatingueiro.

As estimativas da variância da interação progênies x locais evidenciam divergências entre os locais, e comportamento diferenciado das progênies nesses locais.

Os coeficientes de herdabilidade registrados com a seleção massal (h^2) foram inferiores em relação aos obtidos com as médias é mais eficiente que a seleção massal. As magnitudes dos coeficientes de variação genética mostraram que os ciclos I, III, IV, VI e VIII apresentaram melhor variabilidade. Os coeficientes b retratam uma situação mais favorável para a seleção nos ciclos I e III (próximo de 1).

As estimativas do progresso genético esperado no decorrer dos nove ciclos de seleção foram, em média, 8,13% e 4,52%, o que confirma o potencial genético da variedade BRS - Caatingueiro em responder à seleção para aumento da produtividade de espigas. As magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos das progênies evidenciam que a variedade BRS - Caatingueiro possui variabilidade genética suficiente para permitir ganhos com vistas ao aumento da produtividade de espigas.

A utilização de variedades superprecoces, a exemplo da BRS - Caatingueiro, tem destaque no Nordeste brasileiro, evidenciando-se sua importância em áreas de semiárido onde são constantes as frustrações de safras, provocadas basicamente pela irregularidade pluviométrica. Sabe-se também que o uso de variedades melhoradas pode aumentar substancialmente o rendimento do milho, além das sementes dessas variedades serem insumos baratos para os pequenos e médios produtores rurais.

Tabela 3 – Estimativas dos parâmetros genéticos do caráter peso de espigas (g/planta)^2 da variedade BRS - Caatingueiro (Região Nordeste do Brasil, 1989 a 2007)

Parâmetros genéticos	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV	Ciclo V	Ciclo VI	Ciclo VII	Ciclo VIII	Ciclo IX
σ_p^2 (g/planta)^2	61,30	23,80	79,30	71,32	19,15	83,55	50,59	272,26	24,12
σ_A^2 (g/planta)^2	245,20	95,20	317,20	285,29	76,60	334,20	202,37	1089,04	96,48
σ_{pxl}^2 (g/planta)^2	115,10	9,40	156,80	58,84	40,72	49,50	28,78	-	-
h_m^2	45,10	37,60	43,30	52,97	18,63	52,56	38,51	50,72	16,41
h2	35,70	8,60	31,50	24,32	3,83	19,93	9,53	25,74	5,24
C. V_g (%)	8,50	4,60	10,40	8,21	3,94	8,14	5,81	10,73	3,13
B	0,9	0,4	0,9	0,73	0,27	0,63	0,44	0,72	0,31
Gs entre (g/planta)	9,30	5,20	10,20	10,79	3,32	11,60	7,72	20,56	3,48
Gs entre (%)	10,10	4,90	12,00	10,48	2,99	10,23	6,31	13,98	2,22
Gs dentro (g/planta)	6,00	1,60	7,90	6,10	1,20	5,86	3,08	11,91	1,56
Gs dentro (%)	6,50	1,50	9,20	5,92	1,08	5,22	2,51	7,75	1,00
Gs total (%)	16,60	6,40	21,20	16,40	4,07	15,55	8,82	21,13	3,22

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: (1) Ciclo I: Neópolis e Umbaúba, 1999; ciclo II: Nossa Senhora das Dores e Neópolis, 2000; ciclo III: Nossa Senhora das Dores e Neópolis, 2001; ciclo IV: Nossa senhora das Dores e Neópolis, 2002; ciclo V: Nossa Senhora das Dores e Simão Dias, 2003; ciclo VI: Nossa senhora das Dores e Simão Dias, 2004; ciclo VII: Frei Paulo e Simão Dias, 2005; ciclo VIII: Frei Paulo, 2006 e ciclo IX: Frei Paulo, 2007. σ^2_p: variância genética entre progênies; σ^2_A: variância genética aditiva; σ^2_{pxl}: variância da interação progênies x locais; $h2_m$: coeficiente de herdabilidade no sentido restrito considerando as médias de progênies; h2: coeficiente de herdabilidade no sentido restrito considerando o indivíduo; C.Vg: coeficiente de variação genético; b: índice de variação; Gs: ganhos entre e dentro de progênies de meios-irmãos; Gs: ganho total por ciclo /ano.

7 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO

Em razão de o milho, com algumas restrições, ser cultivado em toda a extensão do Nordeste brasileiro, em uma gama considerável de diferentes condições ambientais (SILVA et al., 1993) e de diferentes sistemas de produção, a interação genótipos x ambientes assume papel de destaque no processo de recomendação de cultivares, conforme assinalaram CARVALHO et al., 2002; 2005; 2008; 2009; CARDOSO et al., 2007a; 2007b). Em outras regiões do país, tem-se observado situações semelhantes, segundo relatos de Arias (1996), no estado do Mato Grosso, Carneiro (1998), no Paraná e Ribeiro et al. (2000), em Minas Gerais. Duarte e Zimmermann (1991; 1994) Carbonell e Pompeu (2000) descreveram a importância dessa interação no processo de recomendação de variedades de feijoeiro comum em algumas localidades do Brasil.

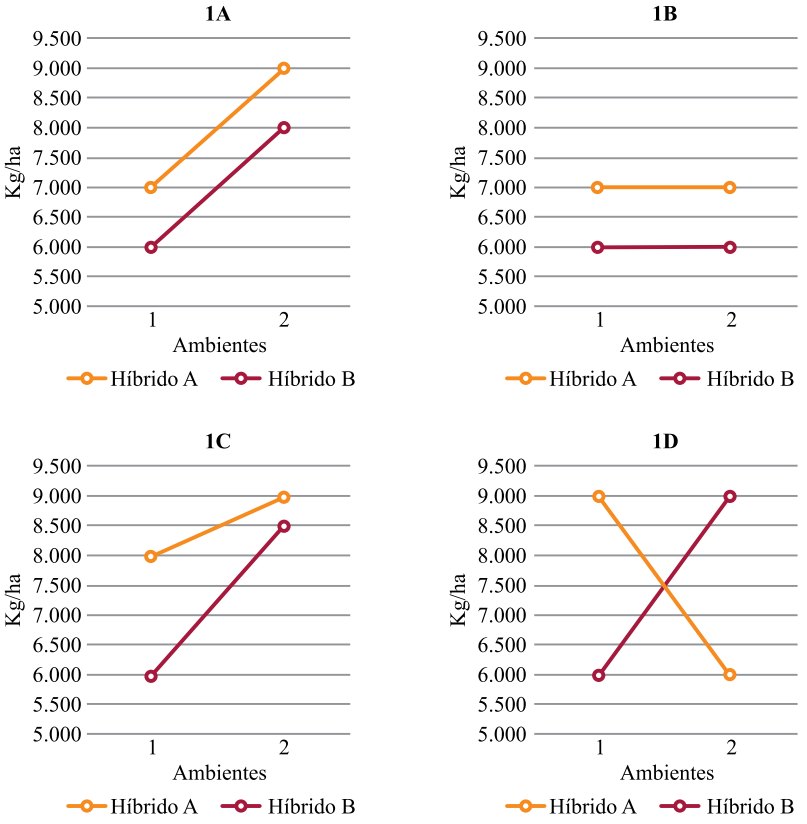
Sabe-se que o processo de recomendação de cultivares para uma ampla região, baseada no desempenho médio das cultivares obtido na média de ensaios realizados em vários anos e locais é desaconselhável, uma vez que, além de não se conhecer a contribuição ambiental na expressão fenotípica de um determinado caráter, corre-se o risco de recomendar materiais que mostraram rendimentos inferiores em ambientes particulares. Por essa razão, é de especial interesse, que se conheça não só o potencial médio para produtividade de uma cultivar, como também, a sua adaptabilidade e estabilidade ou previsibilidade de produção, para tornar mais seguro o processo de difusão. Segundo Ramalho et al. (1993) a interação cultivares x ambientes assume papel fundamental quando um grupo de cultivares é submetido a diversas variações ambientais, devendo-se estimá-la e avaliar a sua importância na recomendação de cultivares. Esses autores admitem, que, quanto maior o numero de ambientes e de cultivares, a presença da interação quase sempre revela a existência de cultivares com adaptação à ambientes específicos, bem como, de cultivares com adaptação mais ampla, porém, nem sempre com alto potencial produtivo, impedindo que se proceda uma recomendação segura para uma ampla região.

Para a detecção da interação (G×A), é necessário que genótipos diferentes sejam avaliados em dois ou mais ambientes contrastantes, pois a avaliação em apenas um ambiente não permite que o componente da interação seja isolado, acarretando uma superestimativa do coeficiente de determinação genotípica.

Tomando-se um exemplo hipotético, no qual dois híbridos são avaliados em dois ambientes (Figura 1), podem ser visualizados os diferentes tipos de expressão da interação G×A. Nas Figuras 1A e 1B estão representadas as ausências de interação, ou seja, os genótipos apresentam o mesmo nível de resposta à variação ambiental (1a) ou, então, mantêm-se indiferentes a esta variação (1b). A interação do tipo simples está representada na Figura 1(c), em que esta é caracterizada pela não alteração das posições relativas dos genótipos avaliados, dentro de um conjunto de ambientes, tomados dois a dois, havendo, porém, diferença da magnitude das respostas.

A interação do tipo complexa, representada na Figura 1(d), ocorre quando a correlação entre o desempenho dos genótipos ao longo dos ambientes em estudo é baixa, fazendo com que a posição relativa dos genótipos seja alterada em virtude das diferentes respostas às variações ambientais (ROBERTSON, 1959), ou seja, há uma inversão significativa na classificação desses genótipos ao longo dos ambientes. Em situações reais, nas quais os melhoristas dispõem de um grande número de genótipos e de ambientes, o mais comum é que ocorram as interações dos tipos simples e complexa em conjunto, das quais esta última é a que mais atrapalha o melhorista, principalmente no momento da recomendação das cultivares.

Figura 1 – Padrões de comportamento dos genótipos em diferentes ambientes, destacando a ausência de interação (Figura 1a e Figura 1b), bem como os tipos de interação simples (Figura 1c) e complexa (Figura 1d)



Atroch et al. (2000) considerou de fundamental importância a quantificação das interações e, sobretudo, das estimativas de parâmetros que avaliam a adaptabilidade e estabilidade. Além do mais, conforme esses autores, verificar quais dentre as variáveis ambientais, locais, anos ou sistemas de cultivo, que mais contribuem para a interação, é uma informação de extrema importância no planejamento de avaliação de cultivares.

Trabalhos nesse sentido têm sido realizados e destacaram a importância do conhecimento das interações genótipos x variáveis ambientais. Gonçalves (1997) verificou que a interação das cultivares com anos dentro de locais foi mais expressiva de que entre locais, indicando a necessidade de que as avaliações de cultivares sejam realizadas em um maior número de anos. Por outro lado, Atroch et al. (2000) verificaram que a magnitude da interação genótipos por locais foi mais expressiva que a magnitude da interação genótipos por anos, sugerindo que as avaliações sejam realizadas em um maior número de locais. Carvalho et al. (2005) também encontraram magnitudes de variância da interação cultivares por locais mais expressivos em relação a magnitude da interação cultivares por anos quando avaliaram quarenta e seis cultivares de milho em dois anos e onze locais do Nordeste brasileiro.

Atualmente, existe mais de uma dezena de métodos utilizados, frequentemente, no melhoramento de plantas para se avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica. As principais diferenças entre eles estão nos parâmetros adotados para a sua avaliação, nos procedimentos biométricos empregados para avaliá-los ou na informação e detalhamento de sua análise (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Finlay e Wilkinson (1963), Eberhart e Russel (1966) e Lin e Binns (1988) empregaram métodos baseados no coeficiente de regressão linear e na variância dos desvios da regressão estimados em relação a cada cultivar (ARIAS, 1966). Verma et al. (1978) e Cruz et al. (1989) utilizaram um modelo composto de dois segmentos de reta, a regressão bilinear. Crossa (1990) sugeriu que a aplicação de métodos multivariados pode ser útil para melhor explorar as informações contidas nos dados; dentre esses métodos, podemos citar o método AMMI, GGE biplot e análise de fatores.

Procurou-se fazer uso das metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Cruz et al. (1989) com o objetivo de se conhecer a adaptabilidade e a estabilidade de variedades e híbridos de milho visando realizar recomendações mais eficientes para a Região Nordeste do Brasil. Eberhart e Russell (1966) propõem como cultivar ideal aquela que apresenta uma alta produtividade média, coeficiente de regressão(b) igual à unidade e com uma alta previsibilidade ou estabilidade ($s^2_{di} = 0$), enquanto que, o modelo bissegmentado (CRUZ et al. 1989) busca como cultivar ideal aquela de alto rendimento médio, com alta adaptabilidade em ambientes desfavoráveis ($b_1 < 1$) e, capaz de responder as melhorias de ambientes ($b_1 + b_2 > 1$).

A avaliação e a seleção de variedades e híbridos de milho disponibilizados anualmente no Nordeste brasileiro, provenientes de empresas oficiais e particulares, vêm sendo realizadas por meio de Redes de Ensaios de Avaliação de Cultivares de Milho, coordenada pela Embrapa Tabuleiros Costeiros e conduzida por instituições públicas. Os ensaios vêm sendo instalados em diferentes condições ambientais dessa ampla região, devendo-se, no processo de seleção, verificar a adaptação específica dos diferentes materiais, nos ambientes favoráveis e desfavoráveis e/ou, a ambos. Esse fato pode ser verificado, também, em outros estudos de adaptabilidade e estabilidade (DE LA VEJA; CHAPMAN, 2006; CARDOSO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007; PORTO et al., 2007).

Dessa forma, quinze variedades e dois híbridos de milho foram avaliados em 91 ambientes do Nordeste brasileiro, distribuídos nos anos agrícolas de 1999 (13 ensaios), 2000 (21 ensaios), 2001 (21 ensaios), 2002 (18 ensaios) e 2003 (18 ensaios), totalizando 91 ambientes, objetivando avaliar a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais, para fins de recomendação nas diferentes condições ambientais dessa ampla região. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas constaram de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, a espaços de 0,80m e 0,40 m, entre covas, dentro das fileiras. Foram mantidas duas plantas por cova, após o desbaste. As adubações realizadas nesses ensaios obedeceram aos resultados das análises de solo de cada área experimental.

Nesse estudo, os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados conforme Cruz et al., (1989). Detectaram-se diferenças significativas ($p<0,01$) entre as cultivares, em 89 dos 91 ambientes, o que evidencia comportamento diferenciado entre elas quanto ao peso de grãos (Tabela 4). Os coeficientes de variação encontrados oscilaram de 6% a 19%, o que revela boa precisão dos ensaios, conforme Scapim et al. (1995). As médias de produtividade nos ensaios variaram de 2.471 kg/ha, no município de Lapão, no estado da Bahia, no ano agrícola de 2003, a 7.957 kg/ha, em Simão Dias, no agreste sergipano, no ano de 2001, o que indica uma ampla faixa de variação nas condições ambientais em que foram realizados os ensaios. Os municípios de Parnaíba, Teresina e Baixa Grande do Ribeiro, no Piauí; São Raimundo das Mangabeiras e Colinas, no Maranhão e Simão Dias, em Sergipe, apresentaram as melhores potencialidades para o desenvolvimento do cultivo do milho. Vale ressaltar, que as produtividades médias encontradas nessas localidades colocam

essas áreas em condições de competir com a exploração do milho em áreas tradicionais de produção de milho no país e que utilizam tecnologias modernas de produção. Os municípios de Anapurus, Barra do Corda, Brejo, no Maranhão; Barreiras, Barra do Choça e Paripiranga, na Bahia e Canguaretama, no Rio Grande do Norte, também mostraram potencialidades para o cultivo do milho.

Houve efeitos significativos ($p<0,01$) quanto aos ambientes, cultivares e interação cultivares x ambientes. A diferença significativa da interação cultivares x ambientes revela que a classificação das cultivares não foi coincidente nos diferentes ambientes.

Além do preconizado pelo método de Cruz et al. (1989), considerou-se como cultivar melhor adaptada aquela que expressou rendimento médio de grãos superior à média geral (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Os rendimentos médios de grãos (b_0) oscilaram de 3.806 kg/ha a 6.230 kg/ha, com média geral de 5.012 kg/ha, o que expressa boa adaptação das cultivares avaliadas no Nordeste brasileiro (Tabela 4). As cultivares de rendimentos superiores à média geral mostraram melhor adaptação, destacando-se, entre elas, o híbrido Pioneer 3021, seguido do híbrido BRS 3123. Os híbridos expressaram melhor adaptação que as variedades, confirmando resultados encontrados em trabalhos anteriores, realizados na região (CARVALHO et al., 2005; 2007a; 2007b). Entre as variedades, a Sertanejo mostrou melhor adaptação, seguida das AL 25, AL 34 e AL 30. O bom desempenho da variedade Sertanejo tem sido destacado pelos autores supracitados.

As estimativas dos coeficientes de regressão (b_1), que corresponde à resposta linear da cultivar à variação nos ambientes desfavoráveis, variaram de 0,58** a 1,14**, respectivamente, em relação à variedades CMS 47 e ao híbrido BRS 3123, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade (Tabela 4). Os dois híbridos utilizados como testemunhas mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1>1$) e responsivos à melhoria ambiental ($b_1+b_2>1$).

As variedades mostraram rendimento médio de grãos de 4.868 kg/ha e dentre aquelas oito que revelaram melhor adaptação (b_0>média geral), seis apresentaram estimativas de b_1 significativamente diferentes da unidade, e duas mostraram estimativas de b_1 não significativas ($b_1=1$), o que evidencia comportamento diferenciado dessas variedades em ambientes desfavoráveis. As variedades Sertanejo, AL 25, AL 34, AL 30, Asa Branca e São Francisco mostraram ser muito exigentes nas condições

desfavoráveis (b_1>1). Com relação à resposta nos ambientes favoráveis, apenas as variedades AL 25 e Sintético Dentado responderam à melhoria ambiental (b_1+b_2>1).

Todos os genótipos avaliados mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, o que evidencia comportamento imprevisível nos ambientes analisados. Considerando que a estabilidade pode também ser avaliada pelas estimativas de R^2 (CRUZ et al. 1989), constatou-se que as menores estimativas de R^2 foram obtidas nos híbridos Pioneer 3021 e BRS 3123 e nas variedades BRS Caatingueiro e CMS 47, sendo, portanto, tais materiais de menor estabilidade. Considerando-se, em termos percentuais, que a estimativa de R^2 pode variar de 0% a 100%, percebe-se que os materiais avaliados apresentaram bom nível de estabilidade, uma vez que, 76% desses materiais tiveram valores de R^2 superiores a 80%.

Verificando-se os resultados apresentados, nota-se que o material ideal preconizado pelo modelo bissegmentado (b_0>média geral, b_1 <1, b_1+b_2> e desvios da regressão igual a zero) não foi encontrado no conjunto avaliado. Observando-se o grupo de materiais de melhor adaptação (b_0>média geral), não foi encontrada qualquer cultivar que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis (b_0>média geral,b_1<1 e b_1+b_2<1). No entanto, os híbridos testemunhas Pioneer 3021 e BRS 3123, apesar de serem exigentes nessas condições (b_1>1) e serem responsivos à melhoria ambiental (b_1+b_2>1), mostraram altos rendimentos médios de grãos nas condições desfavoráveis, o que sugere suas recomendações para essa classe de ambientes. As variedades Sertanejo e AL 25, também exigentes nas condições desfavoráveis, apresentaram bons rendimentos de grãos nessas condições de ambiente, o que sugere suas recomendações para os ambientes desfavoráveis. Os resultados obtidos com a cultivar sertanejo estão em desacordo com os resultados relatados por Carvalho et al. (2000 e 2001), que detectaram ampla adaptabilidade dessa cultivar em 75 ambientes do Nordeste brasileiro, no triênio 1995/1996/1997.

No grupo de variedades de melhor adaptação (b_0>média geral), a variedade AL 25 reuniu os atributos necessários para adaptação nessas condições de ambiente (b_0>média geral, b_1 e b_1+b_2>1 e R^2>80%). As variedades Sertanejo, AL 34, AL 30, Asa Branca e São Francisco atenderam a um número maior de requisitos para recomendação nessas condições (estimativas de b_0>média geral, de variedades, e de b_1>1 e valores

de R^2>80%). A variedade Sintético Dentado que apresentou estimativa de b_0>média geral de variedades e respondeu à melhoria ambiental ($b_1+b_2>1$), com valor de R^2>80%, pode, também, ser recomendada para os ambientes favoráveis. As variedades São Vicente e Sintético Duro, com estimativas de b_0>média geral de variedades e de b_1=1, evidenciaram adaptabilidade ampla, justificando suas recomendações para os diferentes sistemas de produção em execução na região. As variedades Caatingueiro e Assum Preto, apesar de mostrarem baixa adaptação (b_0<média geral para variedades) e baixa exigência nas condições desfavoráveis, têm na sua superprecocidade forte justificativa para seus usos em áreas do sertão, por reduzirem os riscos de frustração de safras nessa região. A variedade Assum Preto, por ser também, um material de alta qualidade proteica, pode ser utilizada em programas de combate à fome e à miséria.

Tabela 4 – Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 17 cultivares de milho em 91 ambientes do Nordeste brasileiro, no período de 1999 a 2003

Cultivares	Médias de grãos			b_1	b_2	b_1+b_2	s^2_d	R^2
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Pioneer 3021	6230a	5168	7365	1,07*	0,16*	1,23**	2676847,0**	67
BRS 3123	5944b	4823	7140	1,14**	0,01ns	1,15**	1631646,5**	78
Sertanejo	5430c	4358	6576	1,11**	-0,07ns	1,04ns	905924,5**	86
AL 25	5316d	4258	6447	1,11*	0,05ns	1,16**	1105448,4**	84
AL 34	5244e	4199	6361	1,09**	-0,08ns	1,01ns	942157,1**	85
AL 30	5232e	4119	6422	1,13**	-0,04ns	1,09ns	901430,1**	86
Asa Branca	5128f	4074	6253	1,08*	-0,30**	0,77**	908776,1**	84
São Vicente	5017g	4027	6074	1,04ns	-0,06ns	0,98ns	950956,1**	83
Sintético Dentado	5007g	4013	6070	1,03ns	0,09ns	1,13*	670406,7**	88
São Francisco	5007g	4002	6082	1,06*	-0,41**	0,64**	600338,3**	88
Sintético Duro	4792h	3937	5705	0,90**	0,10ns	1,00ns	762457,3**	83
BRS 4150	4758h	3793	5789	1,00ns	0,21**	1,21**	945063,7**	84
Cruzeta	4710h	3825	5656	0,91**	-0,10ns	0,81**	691763,5**	84
BR 106	4699h	3676	5791	1,03ns	-0,03ns	0,99ns	1157031,1**	80
Assum Preto	4565i	3665	5526	0,93*	0,09ns	1,02ns	595603,1**	87
Caatingueiro	4306j	3611	5048	0,70**	0,16*	0,87*	876799,5**	73
CMS 47	3806l	3214	4439	0,58**	0,22**	0,80**	809854,8**	69

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: *e** significativamente diferente da unidade, para b_1 e b_1+b_2, e de zero, para b_2. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s^2_d. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Nott, a 5% de probabilidade.

No triênio 2004/2005/2006 novo conjunto de cultivares de milho (14 híbridos e 6 variedades) foi avaliado em 27 ensaios, sendo 9 ensaios dentro de cada ano agrícola, visando avaliar a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais, bem como quantificar as interações cultivares x variáveis ambientais e verificar quais entre elas contribuem para interação cultivares por ambientes.

Dentro de cada ano agrícola, esses ensaios foram distribuídos nos Estados do Maranhão (três ensaios), Piauí (dois ensaios), Alagoas (um ensaio), Sergipe (dois ensaios) e Bahia (um ensaio). O plantio foi realizado no inicio das chuvas, dentro de cada área experimental. A metodologia de realização dos trabalhos foi semelhante à aplicada ao trabalho supracitado.

Os pesos de grãos foram submetidos à análise de variância pelo modelo de blocos ao acaso. A análise de variância conjunta obedeceu ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais (GOMES, 1990) e foi realizada conforme Vencovsky e Barriga (1992), considerando-se como aleatórios os efeitos de blocos, anos e locais, e como fixo, o efeito de cultivares.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados pelo método de Cruz et al. (1989).

Foram observadas diferenças entre as cultivares, o que evidencia comportamento diferenciado entre os materiais, dentro de cada área experimental (Tabela 5). Os coeficientes de variações obtidos oscilaram de 8% a 16%, o que indica a boa precisão dos ensaios, segundo Scapim et al. (1995), que identificaram os limites de valores do coeficiente de variação para a classificação dos experimentos para a cultura do milho. A produtividade média de grãos variou de 4.130 kg/ha, no ensaio de Arapiraca, AL, no ano agrícola de 2006, a 7.884 kg/ha, no município de Simão Dias/SE, no ano agrícola de 2004. Essa oscilação deveu-se à variações pronunciadas nas condições climáticas, especialmente na quantidade e distribuição de chuvas, e nas condições de solo dos locais em que foram realizados os ensaios, o que se reflete consequentemente, também um comportamento diferenciado das cultivares nesses diferentes locais.

No ano agrícola de 2004, os municípios de São Raimundo das Mangabeiras e Paraibano, ambos no Maranhão, Baixa Grande do Ribeiro e Teresina, no Piauí, Arapiraca, em Alagoas e Simão Dias, em Sergipe, apresentaram produtividades médias de grãos acima da média geral (5.910 kg/ha). No ano agrícola 2005, as produtividades médias obtidas nos municípios de Baixa Grande do Ribeiro, Teresina e Paripiranga (BA) superaram também a média geral. Em 2006, os municípios de São Raimundo das Mangabeiras

e Paraibano, Simão Dias e Paripiranga, também mostraram rendimentos médios de grãos superiores em relação à média geral. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Cardoso et al. (2005) nos municípios de São Raimundo das Mangabeiras, Paraibano e Baixa Grande do Ribeiro e com aqueles encontrados por Carvalho et al. (2005a; 2005b), no município de Simão Dias. Esses resultados são equivalentes àqueles registrados em áreas produtoras de milho nos Estados do Paraná e Mato Grosso e, confirmam a potencialidade do agreste nordestino para o cultivo de milho.

Houve diferenças em relação aos anos e locais (Tabela 5). Constataram-se, também, diferenças no desempenho das cultivares avaliadas, na média dos ambientes.

As diferenças significativas das interações cultivares x locais e cultivares x anos revelaram que as classificações das cultivares não foram coincidentes nos locais e anos de avaliação, respectivamente (Tabela 5), sugerindo a existência de um comportamento linear diferenciado das cultivares em face dos diferentes ambientes, permitindo-se assim, o estudo pela análise da estabilidade proposta.

Considerando-se as esperanças dos quadrados médios (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992), foram estimados os componentes da variância das interações. Verificou-se que a magnitude da variância da interação cultivares x anos ($\sigma^2_{c\,x\,a}$ = 42.123) foi mais expressiva do que a magnitude da variância da interação cultivares x locais ($\sigma^2_{c\,x\,l}$ = 38,275), indicando que é mais vantajoso avaliar as cultivares em um maior número de anos do que em um maior número de locais, discordando do resultado obtido por Carvalho et al. (2005), quando constaram a vantagem de se avaliar as cultivares em um maior número de locais do que em um maior número de anos. Estas informações são de grande interesse para orientação de futuros trabalhos de melhoramento, conforme ressaltaram Atroch et al. (2000).

Detectada a presença da interação cultivares x locais, procurou-se verificar as respostas de cada uma delas nos ambientes considerados pelo método de Cruz et al. (1989), o qual descreve como cultivar ideal aquela que expressa alta produtividade média (b_0 > média geral), adaptabilidade nos ambientes desfavoráveis (b_1 o menor possível), responsividade à melhoria ambiental ($b_1 + b_2$ o maior possível) e, finalmente, variância dos desvios da regressão igual a zero (alta estabilidade nos ambientes considerados). Além do preconizado pelo método proposto, considerou-se como cultivar de melhor adaptação, aquela com produtividade média de grãos acima da média geral (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Quanto ao coeficiente de regressão (b_1), que corresponde à resposta linear da cultivar à variação nos ambientes desfavoráveis, as estimativas variaram de 0,49 a 1,25, respectivamente, em relação à variedade BRS Caatingueiro e aos híbridos DAS 8420 e BRS 1010, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade (Tabela 6). Considerando-se o conjunto avaliado, sete materiais apresentaram estimativas de b_1 significativamente diferentes da unidade e 13 materiais apresentaram estimativas de b_1 não significativas ($b_1 = 1$), revelando comportamento diferenciado das cultivares em ambientes desfavoráveis.

Os híbridos DAS 8420, BRS 1010 e DAS 657 mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), enquanto que, as variedades Asa Branca, São Francisco, Cruzeta e BRS - Caatingueiro, mostraram ser pouco exigentes nessas mesmas condições ($b_1 < 1$). Com relação à resposta nos ambientes favoráveis, os híbridos SHS 4080, SHS 5050, SHS 5070 e PL 6880 e a variedade CPATC-4 responderam à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$).

No tocante à estabilidade, todo o conjunto avaliado mostrou os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, revelando um comportamento imprevisível nos ambientes estudados. Cruz et al. (1989) consideram, no entanto, que aqueles materiais que apresentaram estimativas de $R^2 > 80\%$ não devem ter seus graus de previsibilidade comprometidos. Assim, as cultivares que mostraram valores de $R^2 > 80\%$ apresentaram um bom ajustamento às retas de regressão.

Relacionando-se a estabilidade das cultivares avaliadas no presente trabalho com as suas respectivas bases genéticas, percebe que todas essas cultivares, à exceção da variedade CPATC-4, apresentaram a mesma resposta à estabilidade ($s^2_d \neq 0$), independentemente de suas bases genéticas (híbridos simples, híbridos triplo, híbrido duplo e variedade) (Tabela 6). Em trabalhos de competição de cultivares, em que se avaliam cultivares de diferentes bases genéticas, surge o questionamento sobre a maior ou menor estabilidade das cultivares em relação ao grupo a que pertencem (RIBEIRO et al., 2000). Resultados de inúmeros trabalhos com a cultura do milho permitem inferir não haver relação fixa entre a homogeneidade ou heterogeneidade de determinado genótipo e sua estabilidade de determinado genótipo e na estabilidade, sendo possível selecionar genótipos mais estáveis em qualquer grupo, quer sejam variedades, híbrido simples, híbridos triplos ou híbrido duplo (CARNEIRO, 1998; CARVALHO et al.,

2005; 2007a; COSTA et al., 2010), o que também foi constatado no presente trabalho.

A cultivar ideal preconizada pelo modelo bissegmentado (b_0 alto, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 > 1$ e desvios de regressão igual a zero) não foi encontrada no presente trabalho. Da mesma forma, não foi encontrada qualquer cultivar que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação aos ambientes desfavoráveis (b_0 alto, b_1 e $b_1 + b_2 < 1$ e $s^2_d = 0$). Mesmo assim, apesar dos híbridos DAS 8420 e BRS 1010 serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$), apresentaram os melhores rendimentos de grãos nessas condições, o que sugere a possibilidade de serem utilizados nesses ambientes. Da mesma forma, não foi encontrada qualquer cultivar que atendesse a todos os requisitos necessários de adaptação aos ambientes favoráveis, pois teria que exibir estimativa de b_0 alta, b_1 e $b_1 + b_2 > 1$ e $s^2_d = 0$. Dessa forma, os híbridos DAS 8480, BRS 1010 e DAS 657, por estarem no grupo de cultivares de melhor adaptação (b_0 > média geral) e serem exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 > 1$) justificam suas recomendações para essas condições de ambiente. Os híbridos SHS 4080, SHS 5050 e SHS 5070, que apresentaram estimativas de b_0 alta e respostas à melhoria ambiental ($b_1 + b_2 > 1$) também justificam as suas recomendações para as condições favoráveis. As cultivares com estimativas de b_0 > média geral e $b_1 = 1$, evidenciaram adaptabilidade ampla, justificando sua recomendação para a Região Nordeste do Brasil, destacando-se entre elas os DAS 8480, 2 C 599 e SHS 4080.

Considerando a média das variedades (5.244 kg/ha), infere-se que aquelas que mostraram produtividade médias superiores a esse valor evidenciaram boa adaptação às condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro.

Nesse grupo, as variedades Asa Branca e São Francisco mostraram-se pouco exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1 < 1$), constituindo-se em boas opções para os ambientes pouco favoráveis dessa ampla região. As variedades CPATC-4 e Sertanejo evidenciaram adaptabilidade ampla (b_0 > média geral para variedades e $b_1 = 1$), repetindo o bom comportamento apresentado em outras oportunidades na região (CARDOSO et al., 2007a; CARVALHO et al., 2005). As variedades Cruzeta e BRS Caatingueiro, apesar de mostrarem baixa adaptação, sua superprecocidade constitui forte justificativa para seu uso em áreas do semiárido do Nordeste brasileiro por reduzirem o risco de frustração de safras.

Tabela 5 – Análise de variância conjunta de rendimento de grão (kg/ha), de 20 cultivares de milho, em 9 locais e 3 anos de avaliação (27 ambientes), no Nordeste brasileiro, no triênio 2004-2005-2006

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios
Blocos(ano x local)	48	647.183**
Ano (A)	2	58.923.777**
Local(L)	8	44.733.805**
Interação A x L	16	41.389.559**
Cultivares (C)	19	24.821.025**
Interação A x C	38	2.356.603**
Interação L x C	152	1.563.223**
Interação A x L x C	304	1.218.742**
Erro	1032	391.062

Fonte: elaborada pelos autores.
Notas: **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Média = 5910; C.V(%) = 11.

Tabela 6 – Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em nove ambientes do Agreste Nordestino, segundo o modelo de Cruz et al. (1989), nos anos agrícolas de 2004, 2005 e 2006 . (Média = 5910 kg/ha e C.V. (%) = 10,6).

Cultivares	Médias de grãos (kg/ha)			b_1	b_2	b_1+b_2	s^2_d	R^2(%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
DAS 8420	6725 a	5975	7533	1.25**	-1.12**	0.12**	2706388.9**	51
BRS 1010	6710 a	5932	7548	1.25**	-0.40*	0.85 ns	779867.3 **	80
DAS 8480	6497 b	5834	7211	1.10 ns	-1.18**	-0.07**	1757143.2**	56
DAS 657	6411 b	5730	7143	1.19*	-0.56**	0.63*	2435632.4**	54
2 C 599	6293 c	5680	6953	0.99 ns	-0.14 ns	0.85 ns	1663780.5**	57
SHS 4080	6266 c	5578	7005	1.10 ns	0.25 ns	1.35*	1356666.0**	70
SHS 5050	6221 c	5428	7075	1.13 ns	0.70**	1.84**	785424.5 **	84
SHS 5070	6087 d	5459	6761	0.97 ns	0.56**	1.54**	2433392.2**	55
BRS 3150	6086 d	5376	6850	1.09 ns	-0.04 ns	1.04 ns	1964030.0**	58
A 4454	5988 d	5390	6630	1.03 ns	0.13 ns	1.16 ns	1109471.2**	70
BRS 2110	5943 d	5175	6768	1.16ns	-0.49*	0.66 ns	1176825.8**	69
BRS 2223	5921 d	5317	6570	0.99 ns	-0.23 ns	0.76 ns	951010.6**	69
PL 6880	5845 d	5251	6484	0.90 ns	0.51**	1.42*	1097661.6**	70
BRS 2114	5736 e	4968	6562	1.16 ns	-0.29 ns	0.86 ns	1122212.4**	71
CPATC-4	5642 e	4989	6344	1.02 ns	0.63*	1.65**	352743.3 ns	90
Sertanejo	5528 f	4904	6200	0.92 ns	0.24 ns	1.17 ns	657165.0 *	77
Asa Branca	5414 f	5036	5820	0.66**	0.51*	1.17 ns	746132.2**	67
São Francisco	5372 f	4842	5941	0.74**	0.49*	1.23 ns	710247.7**	71
Cruzeta	4858 g	4377	5375	0.75**	0.12 ns	0.88 ns	992970.1**	59
Caatingueiro	4651 h	4329	4996	0.49**	0.29 ns	0.79 ns	637662.1*	55

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: ** e* Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b_1, b_2 e b_1+b_2. * e ** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s^2_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No decorrer dos anos agrícolas de 2007 e 2008 novas cultivares de milho foram disponibilizadas no Nordeste brasileiro por empresas oficiais e particulares, gerando a necessidade de se proceder a avaliação desses novos materiais em diferentes ambientes dessa ampla região, para fins de recomendação, visando a exploração comercial nos diferentes sistemas de produção regionais.

Essas cultivares foram distribuídas em duas Redes Experimentais, sendo os ensaios distribuídos nos Estados de Sergipe, Bahia, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão. Os ambientes de avaliação consistiram da combinação de local e ano, resultando em vinte e sete ambientes para cada uma das Redes Experimentais. Uma dessas redes envolveu a avaliação de vinte genótipos (variedades e híbridos) e, a outra, foi formada por vinte e dois híbridos.

Repetiu-se a metodologia de avaliação dos ensaios, análises dos dados e estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de produção utilizada nos dados anteriores.

No que se refere à rede formada por variedades e híbridos, constatada a presença da interação cultivares x ambientes, na análise de variância conjunta, procurou-se verificar as respostas de cada uma das cultivares nos ambientes considerados, pelo método de Cruz et al., (1989).

Quanto ao coeficiente de regressão (b_1), que corresponde à resposta linear da cultivar a variação nos ambientes desfavoráveis, as estimativas variaram de 0,72 a 1, 20, respectivamente, na variedade Caatingueiro e no híbrido Agromen 31 A 31, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade (Tabela 7). Considerando as dez cultivares que expressaram melhor adaptação (b_0>média geral), duas mostraram estimativas de b_1 semelhantes á unidade e oito apresentaram essas estimativas diferentes das unidades, evidenciando comportamento diferenciado desses materiais nos ambientes desfavoráveis. Nesse grupo de melhor adaptação, os híbridos Agromen 3150 e SHS 4050 e a variedade São Francisco responderam á melhoria ambiental ($b_1+b_2>1$).

Todos os genótipos avaliados mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, o que evidencia comportamento imprevisível nos ambientes considerados (Tabela 7). Apesar disso, Cruz et al., (1989) consideram que aqueles materiais que apresentaram valores de R^2 >80% não devem ter seus graus de previsibilidade comprometidos.

Observando-se os resultados apresentados (Tabela 7), infere-se que os híbridos Agromen 31 A 31, Agromen 35 A 42, Agromen 3150, BRS 1035, BM 1120 e SHS 4050 e a variedade São Francisco, de melhor adaptação (b_0>média geral) foram exigentes nas condições desfavoráveis (b_1>1), sugerindo suas recomendações para os ambientes favoráveis. No grupo de melhor adaptação, nota-se que apenas o híbrido SHS 4080 mostrou-se pouco exigente nas condições desfavoráveis (b_1<1), justificando sua recomendação nos ambientes desfavoráveis. O híbrido Agromen 2012 e a variedade BRS 4103 evidenciaram adaptabilidade ampla (b_0> média geral e b_1=1), sendo de larga importância para os diferentes sistemas de produção em execução na região.

No tocante à rede de ensaios formada por híbridos, o resultado da análise de variância conjunta mostrou que todas as fontes de variação foram significativas (p<0,01), indicando que os híbridos têm diferentes potenciais produtivos e que os ambientes de avaliação também diferem quando às condições edafoclimáticas que influenciam o desenvolvimento e produtividade do milho. A significância da interação híbridos *versus* ambientes indica, ainda, que os híbridos avaliados têm comportamento não consistente nos ambientes.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade constam na Tabela 8. Nota-se que os rendimentos médios de grãos dos híbridos na média dos 27 ambientes oscilaram de 6.555 a8.412kg/ha, apresentando melhor adaptação àqueles híbridos com produtividades médias superiores em relação à média geral (7.439kg/ha), destacando-se entre eles os 2 B 710, P 30 F 35, 2 C 520, 2 B 688 e 2 B 587.

Verifica-se que as estimativas de b_1, que avalia os desempenhos nas condições desfavoráveis, variou de 0,70 a 1, 26, respectivamente nos híbridos AG 6020 e P 30 F 35, sendo ambos, estatisticamente, diferentes da unidade. Analisando-se o comportamento dos onze híbridos que mostraram melhor adaptação (b_0>média geral), dois mostraram estimativas de b_1 diferentes da unidade e nove apresentaram essas estimativas semelhantes à unidade (b_1=1) evidenciando que esses materiais mostraram comportamento diferenciado nas condições desfavoráveis. As estimativas de b_1+b_2, que avalia as respostas dos materiais nas condições favoráveis, evidenciou nesse grupo de materiais de melhor adaptação que apenas o híbrido P 30 F 35 respondeu à melhoria ambiental (b_1+b_2>1).

Quinze dos vinte e dois híbridos avaliados apresentaram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, o que indica comportamen-

to imprevisível nos ambientes considerados. Entretanto, as estimativas de R^2 obtidas para alguns desses híbridos, a exemplo dos 2 B 710, P 30 F 35, 2 B 688, dentre outros, foram superiores a 80 %, o que não compromete seus graus de previsibilidade (Cruz et al., 1989).

Observando-se os resultados apresentados infere-se que o híbrido P 30 F 35, por apresentar boa adaptação (b_0>média geral), ser exigente nas condições desfavoráveis (b_1>1) e responder à melhoria ambiental (b_1+b_2>1), tem sua recomendação assegurada para os ambientes favoráveis. Também, o híbrido AG 8060 deve ser recomendado para essas condições de ambiente por ser exigente nas condições desfavoráveis (b_1>1) e apresentar boa adaptação (b_0>média geral). De grande interesse para agricultura regional foram os híbridos que evidenciaram adaptabilidade ampla (b_0>média geral e b_1=1), a exemplo dos 2 B 710, 2 C 520, 2 B 587, AG 7000, dentre outros.

Tabela 7 – Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 20 cultivares de milho em 27 ambientes da Região Nordeste do Brasil, no biênio 2007/2008

Híbridos	Medias de grãos (kg/ha)			b_1	b_2	b_1+b_2	s^2_d	R^2(%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Agromen 31 A 31	7719a	6631	9301	1,20**	-0,11ns	1,09ns	1810398**	74
Agromen 2012	7090b	6157	8447	1,03ns	-0,04ns	0,99ns	1095980**	78
Agromen 35 A 42	7054b	5950	8661	1,14**	-0,52**	0,62**	1437403**	75
Agromen 3150	6953b	5939	8427	1,08**	0,20**	1,28**	644899**	88
BRS 1035	6833c	5789	8351	1,11**	-0,54**	0,57**	1050906**	80
BM 1120	6717c	5660	8256	1,16**	-0,42**	0,74**	1155329**	80
SHS 4050	6621c	5638	8051	1,08**	0,17*	1,25**	329697**	93
SHS 4080	6335d	5519	7521	0,93**	-0,57**	0,37**	2337661**	55
São Francisco	6150d	5140	7508	1,06*	0,64**	1,70**	1315721**	79
BRS 4103	6146d	5222	7489	1,01ns	0,12ns	1,13ns	583763**	87
Asa Branca	5890e	4874	7368	1,10*	0,70**	1,80**	1758922**	76
CPATC 3	5817e	4914	7131	0,97ns	0,33**	1,30**	545143**	88
SHS 3035	5798e	4798	7253	1,00ns	0,21**	1,20**	575364**	87
CPATC 7	5635f	4780	6879	0,94*	-0,17*	0,77**	287931**	92
BR 106	5520f	4789	6583	0,79**	0,74**	1,53**	518549**	86
CPATC 4	5472f	4471	6928	1,08**	0,02ns	1,10ns	349197**	93
Sertanejo	5421f	4683	6495	0,83**	-0,41**	0,42**	581932**	80
CPATC 5	5361f	4500	6612	0,91**	-0,09ns	0,82**	512614**	86
CPATC 6	5200g	4381	6391	0,86**	-0,14ns	0,72**	381793**	87
Caatingueiro	5189g	4563	6100	0,72**	-0,12ns	0,60**	387130**	83

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: *e** significativamente diferente da unidade, para b_1 e b_1+b_2, e de zero, para b_2. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s^2_d. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Nott, a 5% de probabilidade.

Tabela 8 – Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 22 híbridos de milho em 27 ambientes da Região Nordeste do Brasil, no ano agrícola de 2007/2008.

Híbridos	Medias de grãos (kg/ha)			b_1	b_2	b_1+b_2	s^2_d	R^2(%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
2 B 710	8412a	7190	9390	1,03ns	-0,36*	0,67*	934216*	82
P 30 F 35	8357a	6652	9721	1,26**	0,43*	1,69**	1671578**	84
2 C 520	8299a	7249	9139	0,99ns	-0,42*	0,57**	1415392**	73
2 B 688	8208a	6834	9308	1,16ns	0,10ns	1,26ns	973397*	87
2 B 587	8044a	6984	8893	0,89ns	0,00ns	0,90ns	1208939**	75
AG 7000	7744b	6490	8747	1,01ns	0,14ns	1,15ns	811939ns	86
AG 8060	7732b	6413	8787	1,05**	-0,06ns	0,99ns	770491ns	87
Agromen 30 A 06	7698b	6206	8891	1,23ns	-0,41*	0,83ns	1409156**	81
DAS 8480	7676b	6263	8807	1,11ns	-0,13ns	0,98ns	2219749**	71
P 30 K 73	7565b	6331	8553	0,96ns	0,23ns	1,20ns	693296ns	88
DKB 455	7493b	6179	8545	1,07ns	-0,21ns	0,86ns	940032*	84
P 30 F 87	7300b	5964	8369	1,01ns	0,31ns	1,32*	543347ns	91
DKB 499	7269b	6226	8103	0,84ns	-0,15ns	0,69*	666292ns	82
P 30 S 40	7231b	5680	8473	1,06ns	0,09ns	1,15ns	1246812**	81
DKB 350	7151b	5916	8139	0,97**	-0,38*	0,60**	553972ns	87
SHS 5080	7128b	6002	8028	0,80ns	0,35*	1,15ns	1023880*	79
SHS 5050	6992b	5694	8030	0,98ns	0,19ns	1,16ns	1251071**	80
AG 6020	6771c	5959	7420	0,70*	0,08ns	0,77ns	1077509**	69
AG 2060	6710c	5270	7862	1,05ns	-0,33ns	0,72ns	721750ns	86
SHS 5070	6666c	5576	7539	0,80ns	0,45**	1,25ns	1493675**	73
Agromen 25 A 23	6654c	5274	7759	1,12ns		-0,23ns	0,88ns 1057504*	83
SHS 4070	6555c	5200	7638	0,91ns	0,30ns	1,20ns	1695047**	73

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: *e** significativamente diferente da unidade, para b_1 e b_1+b_2, e de zero, para b_2. Significativamente diferentes de zero, pelo teste F, para s^2_d. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Nott, a 5% de probabilidade.

A partir do ano agrícola de 2009, tem-se verificado uma mudança no panorama da cultura do milho no Nordeste brasileiro, em virtude da marcante substituição de variedades de milho por híbridos, dada a grande adaptação desse tipo de material genético nas diferentes condições ambientais dessa ampla região, especialmente, em áreas de cerrados, localizadas no oeste baiano, sul do Maranhão e sudoeste piauiense e, em áreas do agreste nordestino, situadas nos estados da Bahia e Sergipe, onde predominam sistemas de produção de melhor tecnificação (CARDOSO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007; CARVALHO et al., 2009).

Nessas localidades, as produtividades têm atingido patamares de 10 t/ha, tanto em trabalhos experimentais quanto no âmbito de plantios comerciais, o que evidencia a alta potencialidade dessas áreas nordestinas para a produção do milho e esse fato tem contribuído para atrair a atenção de produtores de milho de outras regiões do país para investimento no agronegócio dessa cultura. Nota-se, ainda, uma demanda considerável por híbridos de melhor adaptação e portadores de atributos agronômicos desejáveis, o que têm provocado aumentos substanciais na produtividade desse cereal. A recomendação de híbridos de milho para os sistemas de produção pouco tecnificados, tem ocorrido com sucesso no Nordeste brasileiro, a exemplo daqueles praticados pela maioria dos plantadores de milho dessa região.

Nesse cenário, tornou-se uma constante a liberação expressiva de híbridos de milho por parte das empresas produtoras de sementes, atingindo as principais áreas produtoras da Região, devendo-se realizar a avaliação desses materiais antes de serem utilizados pelos produtores. Considerando as inúmeras variações ambientais presentes nessa região, é esperado que a interação genótipo x ambiente assuma papel de destaque na manifestação fenotípica, devendo ser estimada e considerada no processo de recomendação de cultivares.

Dessa forma, deram-se prosseguimento as avaliações de novas cultivares disponibilizadas pelas empresas no decorrer do ano agrícola de 2009, realizando-se duas Redes Experimentais contemplando a avaliação de 56 materiais em uma delas e 49 materiais, em outra Rede.

Os ensaios foram realizados nos estados do Maranhão (cinco locais), Piauí (três locais), Bahia (um local), Sergipe (um local) e Pernambuco (um local), na safra 2009, utilizando-se a metodologia já descrita.

Constatada a presença da interação cultivar x ambiente, na rede constituída por 56 materiais (Tabela 9), estimaram-se os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade (Tabela 9), verificando-se que, as 31 cultivares que mostraram melhor adaptação (b_0>média geral), tiveram comportamento di-

ferenciado nas condições desfavoráveis. Nesse grupo de melhor adaptação, os híbridos CD 384, AG 5055 e DKB 789 destacaram-se para os ambientes favoráveis (b_1>1 e b_1+b_2>1). Também, os híbridos 2 B 688, BM 502, DKB 455, BM 2202, BRA 3010, DKB 499, BM 207, DKB 789, RB 9308, Cargo, GNZ 2005, P 3041 e PRE 22 D 10, por serem exigentes nas condições desfavoráveis (b_1>1), devem ser sugeridos para as condições favoráveis. Para as condições desfavoráveis mereceram destaque os híbridos Balu 761, CD 308, PRE 22 T 10, SHS 4080, XB 7116, BRS 3025 e GNZ 2005, por serem pouco exigentes nessas condições de ambiente (b_1<1). Ainda nesse grupo de melhor adaptação, 19 híbridos mostraram os desvios da regressão diferentes de zero, evidenciando baixa estabilidade nos ambientes estudados> Mesmo assim, aqueles híbridos com valores de R^2>80%, não devem ter seus graus de previsibilidade prejudicados (CRUZ et al., 1989). De grande interesse para a região são os híbridos que evidenciaram adaptabilidade ampla (b>média geral e b_1=1), a exemplo dos GNZ 9501, Balu 3001, Balu 580, AG 6020, PHD 20 F 08, SHS 5050, AGN 20 A 06 e PL 6880.

Tabela 9 – Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, obtidas pelo método de Cruz e Vencovsky em cultivares de milho em 11 ambientes do Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 2009

Cultivares	Médias de grãos (kg/ha)			b1	b2	b1+b2	s2d	R2 (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
2 B 688	7777a	6321	8991	1,41**	-0,57ns	0,85ns	2020342,01**	69
CD 384	7418b	5589	8943	1,80**	0,01ns	1,81*	2445680,1**	77
GNZ 9501	7378b	6294	8281	0,83ns	0,62ns	1,45ns	2890292,28**	43
BM 502	7327b	5807	8594	1,49**	-0,41ns	1,07ns	1739970,42**	75
2 B 655	7304b	5615	8713	1,46**	-1,41**	0,06*	2771890,16**	63
DKB 455	7090c	5738	8217	1,49**	0,14ns	1,63ns	647327,41ns	90
AG 5055	7006c	5812	8001	1,36*	0,37ns	1,74*	1972896,62**	72
Balu 761	6972c	6015	7770	0,66*	0,24ns	0,89ns	4625926,06**	21
Balu 3001	6965c	5770	7961	1,18ns	-0,5ns	0,68ns	688267,84ns	82
Balu 580	6765d	5482	7834	1,11ns	0,32ns	1,43ns	1709161,14**	66
AG 6020	6702d	5546	7665	1,19ns	-0,89*	0,30ns	565735,75ns	85
CD 308	6700d	6096	7203	0,56**	0,37ns	0,93ns	2307204,9**	30
BM 2202	6677d	5437	7710	1,38*	-1,47**	-0,09**	98569,67ns	98
BRA 3010	6676d	5331	7797	1,61**	-1,12**	0,49ns	529658,39ns	92
DKB 499	6605d	5357	7645	1,53**	-0,41ns	1,12ns	582601,75ns	90
BM 207	6538d	5239	7621	1,50**	-0,95*	0,56ns	383591,23ns	93
PRE 22 T 10	6525d	5995	6966	0,41**	0,93*	1,34ns	1075908,19**	48
DKB 789	6512d	5277	7542	1,35*	0,51ns	1,85*	1408420,25**	78

Cultivares	Médias de grãos (kg/ha)			b1	b2	b1+b2	s2d	R2 (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
BG 7049	6512d	4942	7820	1,72**	-0,18ns	1,55ns	1293858,54**	85
SHS 4080	6466d	5883	6951	0,61**	0,01ns	0,62ns	808600,51*	53
PHD 20 F 08	6436d	5554	7171	1,05ns	0,19ns	1,24ns	997937,12**	75
SHS 5050	6436d	5690	7057	0,86ns	-0,22ns	0,64ns	274497,4ns	87
AGN 20 A 06	6429d	5384	7300	1,06ns	-0,54ns	0,51ns	389871,49ns	87
XB 7116	6419d	5965	6797	0,40**	-0,48ns	-0,07**	1072946,19**	25
RB 9308	6417d	5075	7535	1,53**	-0,05ns	1,47ns	305493,14ns	95
PL 6880	6379d	5567	7055	0,90ns	-0,54ns	0,35ns	1571706,25**	53
Cargo	6342d	4952	7501	1,60**	-0,61ns	0,99ns	715272,05ns	89
BRS 3025	6339d	6093	6544	0,16**	-0,62ns	-0,46**	1546971,64**	8
GNZ 2005	6324d	5823	6742	0,62*	-0,21ns	0,42ns	608972,12ns	60
P 3041	6323d	5121	7325	1,45**	-0,24ns	1,21ns	1212273,64**	81
PRE 32 D 10	6322d	4715	7662	1,95**	-0,4ns	1,54ns	824076,36*	92
AGN 2012	6231e	5125	7154	1,38**	-0,93*	0,45ns	1662894,19**	72
Taurus	6215e	5402	6892	0,84ns	0,6ns	1,44ns	380022,72ns	86
XB 8030	6188e	5449	6804	0,94ns	-0,58ns	0,36ns	1043921,48**	65
XB 8010	6186e	5888	6435	0,86ns	-0,25ns	0,61ns	5682516,69**	24
PHD 20 F XX	6163e	5433	6772	0,79ns	0,24ns	1,02ns	754200,2*	69
BRS 3035	6118e	5287	6811	1,02ns	-0,74ns	0,28ns	2212162,02**	51
Balu 551	6098e	5429	6656	0,79ns	0,17ns	0,96ns	586085,17ns	74
PL 6882	6077e	5371	6666	0,80ns	0,61ns	1,41ns	574241,56ns	78
Balu 184	5989e	5665	6259	0,38**	1,27**	1,65ns	866069,21*	59
CD 356	5972e	5082	6714	1,12ns	-0,71ns	0,40ns	399905,41ns	87
BRS 2022	5968e	5255	6562	0,76ns	0,14ns	0,90ns	1027741,83**	60
BRS 2020	5946e	5425	6380	0,70*	-0,39ns	0,31ns	600921,02ns	65
PRE 22 T 12	5865f	5070	6527	0,98ns	0,03ns	1,00ns	333812,68ns	88
PRE 22 T 11	5757f	4688	6648	1,37*	-0,59ns	0,78ns	664423,83ns	87
IPR 119	5734f	5672	5786	0,12**	1,16**	1,27ns	1787050,87**	24
Piratininga	5728f	5210	6160	0,66*	0,7ns	1,37ns	1532302,75**	51
Caimbé	5704f	5070	6233	0,92ns	0,65ns	1,57ns	780693,04*	77
PRE 22 D 11	5695f	5002	6272	0,96ns	0,19ns	1,15ns	873919,73*	74
Band	5638f	5424	5815	0,39**	1,8**	2,20**	525196,74ns	79
AL Band 40	5572g	5040	6015	0,75ns	0,17ns	0,93ns	792423,46*	66
Ipiranga	5536g	4933	6037	0,90ns	1,16**	2,06**	1950053,05**	62
AL 3040	5358g	4982	5671	0,43**	1*	1,42ns	85361,67ns	93
BRS 4103	5179h	4901	5411	0,53**	1,41**	1,94*	567852,7ns	77
Sertanejo	5045h	4533	5471	0,78ns	-0,12ns	0,66ns	894874,86*	62
BR 106	4961h	4511	5336	0,60**	1,15**	1,75*	942346,55*	66

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: ** e * Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b_1, b_2 e $b_1 + b_2$. * e ** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s^2_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Considerando a rede formada por 49 materiais (Tabela 10), verificaram-se, nas análises de variância conjuntas, respostas diferenciadas dos híbridos quando submetidos a ambientes distintos. Constatada a presença da interação híbridos x ambientes, procurou-se também verificar as respostas de cada uma delas nos ambientes considerados. Quanto ao coeficiente de regressão (b_1), as estimativas variaram de 0,57 a 1,50, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade. Considerando-se 20 híbridos que expressaram melhor adaptação (b_0>média geral), apenas 3 apresentaram estimativas de b_1 diferentes da unidade e 17 apresentaram estimativas de b_1 não significativas (b_1=1), o que evidencia comportamento diferenciado desses híbridos em ambientes desfavoráveis. Os híbridos 2 B 587, CD 327 e 2 B 707 mostraram ser muito exigentes nas condições desfavoráveis (b_1>1), enquanto que, apenas o híbrido AG 8088 respondeu à melhoria ambiental. Ainda nesse grupo de melhor adaptação, 10 híbridos mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes de zero, denotando baixa estabilidade nos ambientes considerados. De grande interesse para a região são os híbridos que expressaram adaptabilidade ampla (b_0>média geral e b_1=1), a exemplo dos AG 7088, Pioneer 30 F 35, DKB 177, DKB 370, ASV 173, Impacto, Somma, 2 B 433, RB 9108, entre outros, os quais justificam suas recomendações para os diferentes sistemas de produção de milho em execução nos diferentes ambientes do Nordeste brasileiro.

Tabela 10 – Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, obtidas pelo método de Cruz e Vencovsky em híbridos de milho em 11 ambientes do Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 2009

Híbridos	Médias de grãos (kg/ha)			b_1	b_2	b_1+b_2	s^2_d	R^2 (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
AG 7088	8303a	6930	9480	1,17ns	-0,28ns	0,89ns	1307706,85*	78
Pioneer 30 F 35	8114a	6777	9261	1,15ns	-0,33ns	0,82ns	949156,71ns	82
2 B 707	8031a	6386	9441	1,33*	0,09ns	1,42ns	2308248,43**	73
DKB 177	7941a	6747	8965	1,07ns	0,59ns	1,66ns	425104,26ns	92
AG 8088	7754b	6389	8924	1,13ns	0,71ns	1,83*	796121,06ns	87
2 B 587	7711b	6017	9164	1,50**	-0,63ns	0,86ns	968979,83ns	88
DKB 370	7655b	6370	8758	1,06ns	0,32ns	1,38ns	1026749,61ns	80
ASV 173	7488b	6197	8595	1,18ns	0,5ns	1,68ns	1002420,73ns	84
Impacto	7330b	6246	8260	1,05ns	-0,65ns	0,4ns	2866568,39**	54
Somma	7235c	6240	8088	0,96ns	0,50ns	1,46ns	1366447,77*	73
2 B 433	7234c	5972	8316	1,12ns	0,29ns	1,40ns	639240,69ns	88
RB 9108	7225c	6116	8176	1,01ns	-0,13ns	0,88ns	1200760,72*	74
CD 327	7198c	5597	8572	1,34*	-1,47**	-0,13**	1023175,1ns	84
BM 810	7198c	5781	8413	1,2ns	-0,76ns	0,44ns	1287624,54*	78

Híbridos	Médias de grãos (kg/ha)			b_1	b_2	b_1+b_2	s^2_d	R^2 (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
Pioneer 30 F 90	7190c	6109	8117	0,98ns	-0,74ns	0,25*	415909,53ns	88
BMX 61	7169c	6097	8088	0,97ns	-0,23ns	0,74ns	2398231,22**	57
2 B 710	7166c	6116	8066	0,93ns	0,36ns	1,30ns	1619074,46**	67
AS 1567	7116c	5904	8155	1,10ns	0,42ns	1,53ns	1363260,21*	77
BRS 1040	7092c	6058	7979	0,89ns	0,03ns	0,92ns	785538,07ns	78
Pioneer 30 S 40	7022c	6136	7781	0,83ns	-0,46ns	0,38ns	1109195,54*	66
Agromen 20 A 55	6978d	5641	8124	1,13ns	-0,08ns	1,05ns	1421596,1**	75
Pioneer 30 K 73	6974d	5915	7883	0,95ns	-0,39ns	0,56ns	808310,73ns	78
BRS 1001	6973d	6119	7705	0,84ns	0,72ns	1,56ns	1137413,71*	73
XB 6012	6963d	6076	7724	0,82ns	0,26ns	1,08ns	1588679,85**	61
Pioneer 30 F 87	6937d	5916	7812	0,91ns	-0,13ns	0,77ns	869532,91ns	76
Agromen 30 A 91	6936d	5620	8065	1,20ns	0,57ns	1,77*	803435,7ns	88
AS 1577	6898d	5407	8176	1,41**	-0,42ns	0,99ns	1194823,38*	84
DKB 330	6860d	5958	7633	0,8ns	-0,47ns	0,33ns	780457,19ns	72
CD 351	6823d	5821	7683	0,87ns	-0,09ns	0,78ns	971284,14ns	72
BRS 1031	6813d	5726	7746	0,94ns	-0,13ns	0,81ns	848348,85ns	78
BX 1382	6802d	5448	7964	1,13ns	-0,15ns	0,97ns	1679416,54**	72
BX 1255	6793d	5898	7561	0,84ns	1,08**	1,91*	1101775,25*	77
GNZ 2500	6783d	5729	7687	0,92ns	0,89*	1,81*	1341882,26*	74
BRS 1010	6773d	4749	7562	1,47**	-1,76**	-0,29**	5933943,65**	53
Agromen 30 A 70	6768d	5798	7600	0,90ns	0,07ns	0,97ns	1610986,56**	64
Omega	6763d	5414	7920	1,14ns	-0,34ns	0,8ns	1638123,47**	72
Pioneer 30 F 80	6763d	5828	7564	0,87ns	0,36ns	1,23ns	2288300,8**	56
AG 9040	6688d	5794	7455	0,81ns	-1,00*	-0,19**	2317913,95**	47
BRS 1035	6683d	5896	7357	0,80ns	0,60ns	1,39ns	1076706,44ns	72
BX 1200	6681d	5421	7762	1,10ns	0,25ns	1,35ns	647065,99ns	87
SHS 7090	6681d	5680	7540	0,95ns	0,21ns	1,15ns	1734246,67**	65
Agromen 30 A 06	6579e	5753	7289	0,84ns	-0,08ns	0,76ns	1096081,33*	69
BRS 1030	6476e	5406	7394	0,93ns	-0,2ns	0,73ns	1373380,96*	67
AS 1592	6436e	5773	7006	0,74ns	0,14ns	0,88ns	1912823,11**	51
PRE 12 S 12	6408e	5512	7177	0,79ns	0,33ns	1,11ns	695846,15ns	78
SHS 7080	6216f	5447	6877	0,72*	0,55ns	1,27ns	1264841,98*	64
CD 387	6084f	5220	6825	0,79ns	0,10ns	0,89ns	2893471,33**	43
RBX 010	5952f	5509	6332	0,57**	0,35ns	0,92ns	2345058,28**	36
AS 1575	5888f	4963	6682	0,88ns	0,65ns	1,53ns	1915840,57**	63

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: ** e * Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b_1, b_2 e b_1+b_2. * e ** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s^2_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No decorrer do ano agrícola 2009/2010, foram também realizadas duas Redes Experimentais avaliando se dados de peso de grãos de 51 cultivares de milho, em uma dessas redes (Tabela 11), sendo os ensaios instalados nos estados do Maranhão (4 ensaios), Piauí (3 ensaios), Pernambuco (2

ensaios), Sergipe (2 ensaios) e Bahia (1 ensaio). Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram feitos conforme Eberhart & Russell (1966). A análise de variância conjunta evidenciou efeito significativo ($p<0,01$) para cultivares, ambientes e interação cultivares x ambientes, revelando diferenças entre as cultivares e os ambientes e comportamento diferenciado das cultivares na média dos ambientes.

Constatada a presença da interação cultivares x ambientes, procurou-se verificar as respostas de cada uma delas nos ambientes considerados pelo método de Eberhart e Russell (1966). Nota-se, na Tabela 11, uma variação na produtividade média de grãos (b_0) de 4953 kg/ha a 9120 kg/ha, destacando-se com melhor os materiais com produtividades médias de grãos superiores à média geral (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Verificando-se os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade (Tabela 11), nota-se que quarenta e três das cultivares mostraram os coeficientes de regressão diferentes da unidade e as sete restantes apresentaram esses desvios semelhantes à unidade, revelando que o conjunto avaliado mostra comportamento diferenciado nos ambientes desfavoráveis. Ao analisar o comportamento das vinte e seis cultivares de melhor adaptação (b_0>média geral), observa-se que as estimativas do coeficiente de regressão (b_1) oscilaram de 0,81 a 1,69, respectivamente, nas cultivares Orion e 20 A 78, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade.

Nesse grupo de melhor adaptação, vinte cultivares mostraram ser exigentes nas condições desfavoráveis ($b_1>1$), sugerindo suas recomendações para as condições favoráveis; outros quatros materiais mostraram ser pouco exigentes nessas condições desfavoráveis ($b_1<1$), sugerindo suas recomendações para as condições desfavoráveis de ambiente e, apenas duas cultivares desse grupo apresentaram seus coeficientes de regressão semelhantes a unidade, evidenciando adaptabilidade ampla, consolidando-se em alternativas importantes para a agricultura regional. No que se refere à estabilidade de produção, todo o conjunto avaliado mostrou os desvios da regressão diferentes de zero, denotando baixa estabilidade nos ambientes considerados. No entanto, Cruz et al.(1989) consideram que aqueles materiais com valores de R^2>80% não devem ter seus graus de previsibilidade comprometidos.

Tabela 11 – Estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidas pelo método de Eberhart e Russel [5], para a produção de grãos avaliados em 51 cultivares de milho em doze ambientes da Região Nordeste do Brasil, no ano agrícola de 2009/2010. Média = 7287 kg/ha e C. V. (%) = 9.

Cultivares	Médias	b	s2d	R2
2 B688 HX	9120ª	1,14**	502967**	75
DKB 370	8838ª	1,48**	1851441**	59
2 B655 HX	8808ª	1,29**	763840**	72
RB 9308 YG	8453b	0,96ns	578825**	65
2B 433	8349b	1,36**	745145**	75
RBX 9007	8296b	1,52**	696953**	80
BM 3061	8282b	1,25**	642951**	74
20A78	8181c	1,69**	1723094**	66
SYN 7316	8010c	1,60**	434759**	88
XB 8030	7963c	1,10**	234653**	86
BM 502	7950c	1,59**	1152865**	72
DKB 789	7896c	1,20**	508426**	77
Garra	7890c	1,19**	355378**	83
BM 207	7833c	1,37**	2894076**	70
XB 7116	7768c	1,09**	200543**	87
BM 2202	7632c	1,19**	467004**	78
XB 7253	7626c	1,30**	299072**	87
PRE 32D10	7464d	0,93**	174990**	86
CMS 3E482	7416d	0,89**	480537**	66
Órion	7383d	0,81**	239956**	76
SHX 5121	7377d	1,32**	330242**	86
PRE 22T10	7373d	0,90**	375975**	72
GNZ 2005	7370d	1,22**	498452**	78
Taurus	7368d	1,01ns	221483**	85
XB 8010	7351d	1,14**	257445**	86
XB 7070	7301d	1,10**	488453**	75
BRS 2022	7251d	1,04ns	169793**	88
BRS 2020	7206d	0,79**	354362**	68
CMS 3E482	7136e	1,03ns	384961**	76
GNZ 2728	7121e	0,74**	425119**	61
Cargo	7101e	0,91**	352693**	74
PL 6882	7073e	1,02ns	183802**	87
PRE 22D11	7058e	0,46**	682492**	27
BRS 3060	7058e	1,02ns	731405**	63
PRE 22T12	7011e	0,90**	194898**	83
BRS 3035	6922e	1,09**	1445247**	49

Cultivares	Médias	b	s2d	R2
DSS 1001	6892e	0,60**	185645**	70
AL Avaré	6802e	0,99**	479747**	71
BRS 3025	6753e	0,33**	880107**	13
Sócrates	6622f	0,61**	733760**	38
DKB 615	6619f	0,89**	158014**	86
AL Bandeirante	6577f	0,85**	37181**	96
BRS Caimbé	6568f	0,80**	382804**	67
AL Piratininga	6533f	0,87**	830292**	52
AL Alvorada	6419f	0,74**	682961**	49
CMS Sintético 1X	6388f	0,59**	338558**	55
BRS 4103	6288f	0,38**	311003**	36
Ipanema	6067g	0,52**	968674**	25
PRE 22T11	5968g	0,62**	1138656**	29
Potiguar	5952g	0,60**	1217374**	26
Cruzeta	4953h	1,02ns	1083336**	39

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: ** e * Significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t de Student, para b. ** e * Significativos a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F para s^2_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott--Knott a 5% de probabilidade.

A outra Rede, constituída por 54 materiais, teve os ensaios realizados nos Estados do Maranhão (4 ensaios), Piauí (3 ensaios), Pernambuco (2 ensaios), Sergipe (2 ensaios) e Bahia (1 ensaio). Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados conforme metodologia proposta por Eberhart e Russell (1966) e Cruz et al. (1989).

Observaram-se, na análise de variância conjunta para o peso de grãos, diferenças significativas ($p<0,01$) para ambientes, cultivares e interação cultivares versus ambientes, indicando comportamento diferenciado entre as cultivares e os ambientes e mudança no desempenho das cultivares de milho nos diversos ambientes.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade constam na Tabela 12, verificando-se que as produtividades médias de grãos encontradas nos híbridos variaram de 7.259kg/ha (PRE 12 S 12) a 9.453kg/ha (DKB 399), sobressaindo com melhor adaptação aqueles híbridos com rendimentos médios de grãos acima da média geral (b_0>média geral), destacando-se os híbridos 30 A 70, 30 A 91 HX, 2 B 604 HX, 2 B 707 HX, 30 A 86 HX e DKB 399. Entre os materiais de menor adaptação, podem ser citados os híbridos PRE 12 S 12, BMX 924, RB 9210 e SHS 7323.

Considerando o conjunto avaliado, as estimativas dos coeficientes de regressão (b) variaram de 0,37 a 1,60, respectivamente, nos híbridos GNZ 2500 e GNZX 8132, sendo ambos estatisticamente diferentes da unidade, evidenciando que os híbridos avaliados mostraram comportamento diferenciado nas condições desfavoráveis de ambientes. Observou-se também que, dentre os 23 híbridos de melhor adaptação, 16 deles foram exigentes nas condições desfavoráveis (b_1>1), enquanto que os 7 restantes mostraram-se menos exigente nessas condições de ambiente (b_1<1). No que se refere a estabilidade de produção, todos os híbridos estudados mostraram os desvios da regressão estatisticamente diferentes zero, evidenciando baixa estabilidade nos ambientes estudados; no entanto, segundo Cruz et al. (1989) materiais com estimativas de R^2>80 não devem ter seus graus de previsibilidade comprometidos.

Considerando-se os resultados apresentados, infere-se que dentro do grupo de híbridos de melhor adaptação (b_0>média geral), os DKB 399, 30 A 86 HX, 2 B 707 HX, 2 B 604 HX, 30 A 91 HX, 30 A 70, de melhores rendimentos de grãos, justificaram suas recomendações para as condições favoráveis de ambientes, podendo ainda, serem recomendados para as condições desfavoráveis de ambientes, por exibirem altos rendimentos de grãos. Os híbridos DKB 390 YG, Impacto, 30 A 95, Ômega, dentre outros, devem ser sugeridos para as condições desfavoráveis de ambientes, por serem pouco exigentes nessas condições ambientais.

Tabela 12 – Estimativas das médias e dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidas pelo método de Eberhart e Russel [5], para a produção de grãos avaliados em 54 híbridos de milho em doze ambientes do Nordeste brasileiro, no ano agrícola de 2009/2010. Média = 8360 kg/ha e C. V. (%) = 8,2.

Híbridos	Médias	b	s2d	R2
DKB 399	9453a	1,32**	412061**	89
30 A 86 Hx	9399a	1,13**	477932**	84
2 B 707 Hx	9324a	1,33**	785069**	81
2 B 604 Hx	9314a	1,21**	603336**	82
30 A 91 Hx	9232a	1,10**	417166**	85
30 A 70	9176a	1,29**	659282**	83
DKB 177	8964b	1,24**	742551**	80
DKB 390 YG	8957b	0,78**	902011**	56
Maximus	8954b	1,08**	597762**	79
DKB 175	8928b	1,54**	984071**	82
Impacto	8847b	0,89**	404207**	79

Híbridos	Médias	b	s2d	R2
30 A 77	8783b	1,51**	278951**	94
GNZ 9501	8736b	1,03*	256615**	89
BM 709	8713b	1,47**	238533**	95
30 A 95	8667b	0,77**	507823**	69
Omega	8617b	0,79**	416838**	74
2 B 587	8555b	1,36**	531053**	87
Speed	8492c	0,80**	1592156**	44
BX 1200	8484c	0,91**	413348**	79
DKB 185 YG	8469c	0,89**	227978**	87
XB 6012	8468c	1,03*	351805**	85
30 A 37	8437c	1,11**	514795**	82
Somma	8410c	1,05*	203846**	91
Status	8335c	1,34**	473077**	88
ALFA 905	8334c	0,96*	198502**	90
RBX 9006	8327c	0,83**	703853**	65
GNZX 8132	8288c	1,60**	243927**	95
BRS 1031	8276c	0,96*	300944**	85
SHX 7222	8275c	1,44**	192654**	95
GNZ 2500	8222c	0,37**	324410**	44
CMS 1 F 626	8220c	0,73**	60084**	94
DKB 350 YG	8198c	0,98*	584816**	76
CMS 1 D 219	8181c	0,78**	289836**	80
2 B 710 Hx	8176c	1,10**	1945608**	54
Fórmula	8165c	0,92**	673778**	71
BRS 1030	8144c	0,57**	220246**	74
BRS 1035	8124c	1,22**	1256567**	70
SHS 7090	8108c	1,04**	363418**	85
DKB 330 YG	8060c	0,60**	291655**	70
BX 1280	8047c	0,98*	207391**	90
ALFA 50	8028c	0,77**	382388**	75
SHX 7111	7957d	0,90**	280894**	85
BRS 1010	7932d	0,73**	275430**	79
BX 1290	7928d	1,07**	722071**	75
BM 810	7918d	0,78**	214871**	84
BX 1293	7873d	0,89**	333251**	82
DKB 315	7871d	1,12**	361668**	87
GNZX 9505	7844d	1,10**	355339**	87
ALFA 10	7807d	0,93**	771089**	68
XB 9003	7756d	0,97*	244747**	88
SHS 7323	7528e	0,93**	1239410**	57
RB 9210	7496e	0,55**	368834**	61
BMX 924	7403e	0,39**	1749288**	14
PRE 12 S 12	7259e	0,83**	748508**	64

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: **Significativos a 1%, respectivamente, pelo teste F para s^2_d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

8 POPULAÇÕES DE ALTA QUALIDADE PROTÉICA

A partir da descoberta do maior teor de lisina em genótipos de milho, devido à presença gene opaco-2, logo percebeu-se que tais genótipos poderiam contribuir para o desenvolvimento de cultivares de alta qualidade proteica, proporcionando melhoria na qualidade alimentar. Porém, tais materiais não foram bem aceitos no Brasil em face do endosperma mole e farináceo, que resulta em uma menor densidade dos grãos, menor produtividade e maior teor de umidade na colheita. Após serem superados os problemas associados ao gene opaco-2 por meio da seleção de genes modificadores de endosperma no CIMMYT, foram obtidas diversas populações de qualidade proteica melhorada (QPM), com base genética ampla. A partir da introdução dessas populações no Brasil pela Embrapa Milho e Sorgo, foi possível desenvolver variedades de milho QPM estáveis, tão produtivas quanto às de milho comum, apresentando grãos de mesmo valor energético e endosperma vítreo, despertando novamente o interesse pela utilização desses materiais.

A utilização de variedades de milho de alta qualidade proteica no nordeste brasileiro reveste-se de grande importância, por ser uma região onde grande parte da população sofre de desnutrição provocada basicamente por um contínuo "déficit" proteico. Sabe-se que o consumo do milho na Região Nordeste do Brasil é bastante significativo e, embora, seja um produto energético, apresenta uma baixa qualidade biológica, por serem suas proteínas deficientes nos aminoácidos essenciais triptofano e lisina, tornando imprescindível a adição de uma fonte protéica para melhorar a sua qualidade alimentar, tanto para uso humano quanto animal. O desenvolvimento e a difusão de variedades de milho de alta qualidade proteica, com características de milho moderno, de alto potencial para a produtividade e melhor adaptada às condições edofoclimáticas do Nordeste brasileiro podem proporcionar uma melhoria na qualidade alimentar da população carente dessa região.

Por essa razão, a Embrapa/Tabuleiros Costeiros introduziu da Embrapa Milho e Sorgo as populações CMS 52 (porte baixo e superprecoce) e CMS 453 (porte baixo e precoce), de alta qualidade proteica, no ano agrícola de 1994, para iniciar um programa de melhoramento intrapopulacional, utilizando progênies de meios-irmãos para o Nordeste brasileiro, visando a obtenção de variedades de milho de alta qualidade proteica, mais produtiva, e de melhor adaptação nas condições edofoclimáticas da região.

9 POPULAÇÃO CMS 52

Carvalho et al. (no prelo) praticaram três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS 52, no decorrer dos anos agrícolas de 1995 (ciclo original, nos municípios de Neópolis e Lagarto em Sergipe), em 1996 (ciclo I, nos municípios de Cruz das Almas na Bahia e Nossa Senhora das Dores, em Sergipe) e 1997 (ciclo II, nos municípios de Nossa Senhora das Dores e Umbaúba, em Sergipe). Utilizou-se, à semelhança das variedades anteriores, o esquema em látice 14x14, com recombinação das progênies superiores em campos isolados por despendoamento, dentro do mesmo ano agrícola, de modo a se obter um ciclo/ano.

Os autores detectaram diferenças altamente significativas entre as progênies, em todos os ciclos de seleção, o que revela a presença de variabilidade genética entre elas. Foram observadas também a presença significativa da interação progênies x locais, nos três ciclos de seleção, evidenciando um comportamento diferenciado das progênies frente às variações ambientais. As produtividades médias obtidas nas 196 progênies avaliadas, nos três ciclos de seleção foram de 4.511 kg/ha, 6.942 kg/ha e 4.602 kg/ha, respectivamente com média de 5.352 kg/ha, atestando o bom potencial para a produtividade da população CMS 52. As produtividades médias dos ciclos foram menores que as registradas em relação às testemunhas BR 5033 e BR 5028, ocorrendo, no entanto, um acréscimo nas produtividades desses ciclos, em relação às testemunhas, à medida que se avançaram os ciclos de seleção. As progênies selecionadas superaram as testemunhas BR 5033 em 7,8%, 8,4% e 12,2% e, BR 5028 em 3,5%, 6,8% e 8,7%, respectivamente, nos ciclos original, I e II, respectivamente. Percebe-se, portanto, que as amplitudes das produtividades mostram a eficiência do método de seleção, uma vez que, progênies selecionadas mais produtivas foram obtidas com o desenvolver dos ciclos de seleção, chegando a produzirem 12% e 8,7% a mais que as testemunhas BR 5033 e BR 5028, respectivamente, no ciclo II.

Verificou-se que houve uma redução nas variâncias genéticas entre progênies e aditiva do ciclo original para o ciclo I, permanecendo no ciclo II, com magnitudes semelhantes ao ciclo I. Essas estimativas foram concordantes com aquelas obtidas em diversas populações brasileiras de milho (RAMALHO, 1977; AGUIAR, 1986; PACHECO, 1987; CARVALHO et al. 1994; 1995; 1998d; CARVALHO et al., 1998f), evidenciando a grande variabilidade genética da população CMS 52. As estimativas das variâncias da interação progênies x locais foram maiores que as respectivas

estimativas das variâncias genéticas entre progênies, nos ciclos original e I, indicando a grande divergência entre os locais e um comportamento diferenciado das progênies nesses locais.

Os valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito de médias de progênies de meios-irmãos (h^2m) superaram aqueles obtidos a nível de plantas, em todos ciclos de seleção, indicando, no presente caso, que a seleção entre progênies de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção massal.

Os valores dos coeficientes de variação genética, à semelhança dos coeficientes de herdabilidade e dos índices b refletem uma queda da variabilidade do ciclo original para o ciclo I, refletindo uma maior variação entre as progênies do ciclo original quando comparadas com as progênies dos ciclos I e II e, suas magnitudes ressaltam a possibilidade de obtenção de ganhos para a produtividade com o prosseguimento da seleção com esta população.

As estimativas dos progressos genéticos esperados com a seleção entre e dentro das progênies, nos ciclos original, I e II, foram, respectivamente, 18,42%, 7,05% e 11,43%, com médias de 12,30%, ressaltando o potencial genético da população CMS 52, em responder à seleção com vistas à produtividade de grãos.

Portanto, considerando as altas magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos, associados às altas médias de produtividade das progênies infere-se que a população CMS 52 detém um grande potencial, justificando a continuidade do programa de melhoramento na busca de um material mais produtivo e melhor adaptado às condições edofoclimáticas da região.

10 POPULAÇÃO CMS 453

Como já dissemos, Carvalho et al. (no prelo) desenvolveram três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS 453, de alta qualidade proteica, no período de 1995 a 1997. Foram avaliadas 196 progênies de meios-irmãos, em látice simples 14 x 14, com recombinação em lotes isolados por despendoamento, das progênies superiores dentro do mesmo ano agrícola, de modo a se obter um ciclo/ano. O ciclo original foi realizado nos municípios de Neópolis, Lagarto e Cruz das Almas, no ano de 1995. O ciclo I, em Neópolis, Nossa Senhora das

Dores e Cruz das Almas, no ano de 1996. O ciclo II em Umbaúba e Nossa Senhora das Dores, no ano de 1997.

Nos três ciclos de seleção foram encontradas diferenças significativas entre as progênies, o que evidencia a presença de variabilidade genética entre elas. Também, nesses ciclos ficou constatada a presença de interação progênies x locais significativa mostrando que as progênies mostraram um comportamento diferenciado nesses locais. As produtividades médias de espigas obtidas nas progênies avaliadas foram de 5.228 kg/ha, 7.213 kg/ha e 4.902 kg/ha, nos ciclos original, I e II, respectivamente. Estas produtividades médias corresponderam a +0,6%, -2,6% e +8,4% em relação as produtividades obtidas com a variedade testemunha BR 106, nos ciclos original I e II, respectivamente. As progênies selecionadas superaram a referida testemunha em 14,0%, 11,6% e 34,8%, nos ciclos original, I e II, respectivamente, evidenciando que progênies cada vez mais produtivas foram sendo obtidas no ciclos subsequentes. Os valores da variância genética entre progênies mostraram uma queda da variabilidade do ciclo original para o ciclo I, ocorrendo um acréscimo dessa estimativa do ciclo I para o ciclo II. Verificou-se também uma redução da variância genética aditiva do ciclo original para o ciclo I, permanecendo no ciclo II com uma magnitude mais ou menos semelhante ao ciclo I. As magnitudes dessas estimativas ressaltam a grande variabilidade genética presente na população CMS 453.

Os valores dos coeficientes de variação genética refletiram uma maior variação entre as progênies nos ciclos original e II. Os índices b mostraram as mesmas tendências registradas para os coeficientes de variação genética e suas magnitudes expressaram também a variabilidade apresentada pela população.

Os ganhos estimados com a seleção entre e dentro de progênies foram de 20,43%, 5,77% e 12,7%, nos ciclos original, I e II, respectivamente, com média de 12,79% por ciclo/ano, evidenciando mais uma vez o potencial dessa população em responder à seleção para aumento da produtividades.

Associando-se, então, o bom potencial produtivo das progênies, às magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos, percebe-se que há grandes possibilidade de se obter respostas à seleção para aumento da produtividade e adaptação, mantendo-se em níveis bastantes satisfatórios os teores de triptofano e lisina, com a continuidade do programa de melhoramento.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, P. A. de. **Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente**. 68p. Dissertação (Mestrado) Lavras: Esal, 1986.

ARIAS, E. R. A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94**. 118p. Tese (Doutorado) Lavras: Esal, 1996.

ATROCH, A. L.; SOARES, A. A.; RAMALHO, M. A. P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testados no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 541-548, 2000.

BIANCO, S. **Avaliação do potencial genético de populações de milho (*Zea mays L.*) braquítico para teor de óleo na semente**. 98p. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Esalq, 1984.

BIGOTO, C. A. **Estudo da população Esalq-PB I de milho (Zea mays L)em cinco ciclos de seleção recorrente**. 122p. Dissertação (Mestrado). Piracicaba : Esalq, 1988.

CARBONELL, S. A. M.; POMPEU, A. S. Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiroem três épocas de plantio no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 2, p. 321-329, 2000.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS RODRIGUES, A. RODRIGUES, S.S. Performance de cultivares de milho com base na análise de estabilidade fenotípica no meio-norte brasileiro. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 19, n. único, p. 43-48, 2007a.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L. de; GAMA, E. E. G. e; SOUZA, E. M. de. Estabilidade do rendimento de grãos de variedade de *Zea mays* L. no meio-norte brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 78-83, 2007b.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 168p. Tese (Doutorado) Lavras: Esal, 1998.

CARVALHO, H. W. L de.; GUIMARÃES, P. E. de O.; LEAL, M. de L da S.; CARVALHO, P. C. L. de.; SANTOS, M. X. dos. Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS 453 no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1.577-1.584, 2000e.

CARVALHO, H. W. L de.; LEAL, M. de L da S.; GUIMARÃES, P. E. de O.; SANTOS, M. X. dos.; CARVALHO, P. C. L. de. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS 52. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1.621-1.628, 2000d.

CARVALHO, H. W. L de.; LEAL, M. de L da S.; SANTOS, M. X. dos.; CARVALHO, P. C. L de. Estimativas de parâmetros genéticos na variedade de milho BR 5028 São Francisco no Nordeste brasileiro. **Agrotrópica**, Itabuna, v.12, n. 1, p.1.648-1.654, 2000b.

CARVALHO, H. W. L de.; SANTOS, M. X. dos.; LEAL, M. de L da S.; CARAVLHO, P. C. L. de. Melhoramento genético da cultivar de milho BR 5033-Asa Branca no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p.1.417-1.425, 2000c.

CARVALHO, H. W. L.de.; CARDOSO, M. J.; GUIMARÃES, P. E. ; PACHECO, C. A. P.; LIRA, M. A. L.; TABOS, J. N.; RIBEIRO, S. S.; OLIVEIRA, V. D de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 2006. **Agrotópica**, Ilhéus, v. 21, n. 1, p. 25-32, 2009.

CARVALHO, H. W. L.de.; CARDOSO, M. J.; LEAL, M. de L, da S.; SANTOS, M. X. dos.; SILVA, A. A. G. S.; LIRA, M. A. L.; TABOS, J. N.; SOUSA, E. M.; FEITOZA, L. F.; MELO, K. E. Adaptabilidade e estabilidade de milho no Nordeste brasileiro. **Agrotópica**, Ilhéus, v. 20, p. 5-12, 2008.

CARVALHO, H. W. L. de.; CARDOSO, M. J.; .; LEAL, M. de L da S.; SANTOS, M X. dos.; SANTOS, D.M. dos.; TABOSA, J. N.; LIRA, M.A.; SOUZA, E. M. de. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 2003. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 10, n. 2, p. 43-52, 2005.

CARVALHO, H. W. L. de; LEAL, M. de L. da S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X. dos; TABOSA, J. N.; CARVALHO, B. C. L. de; LIRA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p.1.581-1.588, nov. 2002.

COSTA, E. F. N.; SOUZA, J. C.; LIMA, J. L.; CARDOSO, G. A. Interação entre genótipos e ambientes em diferentes tipos de híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1.433-1.440, 2010.

CROSSA, J.; GAUCH, H. G.; ZOBEL, R. W. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. **Crop Science**, Madison, v. 30, n. 3, p. 493-500. 1990.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de.; VENCOVSKY,R. An alternative approach to the stability analisis by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p.567-580, 1989.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v. 1, 2004.

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. Selection of location for common bear (*Phaseolus vulgaris L.*) germoplasm evalution. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, p. 765-770, 1991.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n.1, p. 36-40, 1966.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant breeding programme. **Crop Sciece**, Madinson, v. 7, p. 192-195, 1963.

GAMA, E. E. G.; NASPOLINI FILHO, V.; VIANA, R. P.; MAGNAVACA, R. **Melhoramento da população CMS-11 através do método de seleção recorrente**. Relatório Técnico Anual do CNPMS, Sete Lagoas, v. 3, p. 21-132, 1986.

GONÇALVES, F. M. A. **Estabilidade e adaptabilidade de cultivares de milho avaliadas em "safrinha" no período de 1993 a 1995**. 87p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Lavras: Ufla, 1997.

HALLAUER, A. R. Selection and breeding methods. In: FREY, K. S. (Ed.). **Plant breeding** II: Ames; Iowa State University Press, 1981. p. 3-5.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. Ed. Ames: Iowa, State University Press, 1988. LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988.

LONNQUIST, J. H. Recurrent selection as a means of modifying combining ability in corn. **Agronomy Junior**, v. 43, p. 311-315. 1946

OLIVEIRA, V. D., CARVALHO, H. W. L. de., CARDOSO, M. J., LIRA, M. A. CAVALCANTE, M. H. B., RIBEIRO, S. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho na zona agreste do Nordeste brasileiro na safra de 2006. **Agrotrópica**, v. 19, p. 63-68, 2007.

PACHECO, C. A. P. **Avaliação de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS 39 em diferentes condições de ambiente - 2º de seleção** . Lavras: Esal, 1987. 109p. Dissertação de Mestrado.

PACKER, D. **Variabilidade genética e endogamia em quatro populações de milho** (*Zea mays* L). 100p. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: ESALQ, 1998.

PATERNIANI, E. Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays L)*. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 3, p. 212-216, 1967.

PATERNIANI, E. **Avaliação de métodos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento de milho (*Zea mays L*)**. 92p. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Esalq, 1968.

RAMALHO, M. A. P. **Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não endógamas**. 122p. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Esalq, 1977.

RAMALHO, M A. P.; SANTOS, J. B. dos.; ZIMMERMANN, M. J de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicação no melhoramento do feijoeiro. Publicação, 120. Goiânia, Editora UFG, 1993. cap. 6, p.131-169.

RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M, A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2.213-2.222, 2000.

ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics**, Arlington, v. 15, n. 3, p. 469-485. 1959.

SANTOS, M. X dos.; GUIMARÃES, P. E. de O.; PACHECO, C. A. P.;FRANÇA, G. E.; PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; LOPES, M. A. Melhoramento intrapopulacional no sintético elite NT para solos pobres em nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 55-61, 1998.

SANTOS, M. X dos.; NASPOLINI FILHO. W. Estimativas de parâmetros genéticos em três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios--irmãos no milho (Zea mays L) Dentado Composto Nordeste. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 9, n. 2, p. 307-319, 1986.

SAWAZAKI, E. **Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para a produção de grãos no milho IAC Maia**. 99p. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: ESALQ, 1979.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P de.; CRUZ , C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995.

SEGOVIA, R.T. **Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays L*) Centralmex**. 98p. Tese (Doutorado). Piracicaba: ESALQ, 1976.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa . In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 1978. P.122-201.

VENCOVSKY. R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTHY, B. R. Limitations of conventional regression analysis : a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, p. 89-91, 1978.

WEBEL, O.D.; LONQUIST, J.H. An evalution of modified ear –to-row selection in a population of corn (*Zea mays L*). **Crop Science**, Madison, v. 7, p. 651-655, 1967.

ZINSLY, J. R. **Estudo sobre a seleção massal em milho**. 60p. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Esalq, 1968.

Capítulo 4

Utilização da mandioca na alimentação humana e animal

Vanderlei da Silva Santos
Eder Jorge de Oliveira
Antônio da Silva Souza
Evandro Neves Muniz

1 INTRODUÇÃO

O local exato de origem da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) ainda é motivo de controvérsias. Allem (1994, 2002) levantou a hipótese de que essa espécie teria sido originada a partir da espécie *M. flabellifolia*, e que teria surgido no Brasil Central, no entorno do Distrito Federal (centro de origem), e se disseminado posteriormente para a região Amazônica (centro de domesticação), de onde se espalhou pelo restante do continente americano. De acordo com esse autor, *M. pruinosa* e *M. esculenta* ssp. *flabellifolia* teriam se originado de um mesmo ancestral, no Cerrado do Brasil Central, e somente depois a última espécie teria se disseminado para a região amazônica.

Em consequência dessa origem sul-americana (e talvez brasileira), a mandioca é provavelmente a planta mais disseminada no território brasileiro, sendo usada das mais diversas maneiras pela população, na sua própria alimentação e de seus rebanhos.

As duas características da planta de mandioca que lhe permitem ser cultivada nos mais diversos ambientes são a tolerância à seca e a capacidade

de produzir em solos pobres em nutrientes. A tolerância à seca deve-se à perda de folhas durante os períodos de escassez de água, e ao fechamento parcial dos estômatos, o que permite à planta diminuir a perda de água e continuar absorvendo CO_2, e portanto acumulando matéria seca (EL-SHARKAWY *et al*, 1992). No que diz respeito à fertilidade do solo, a mandioca tem uma característica interessante: se por um lado extrai grandes quantidades de nutrientes do solo, por outro lado, possui a capacidade de produzir em solos pobres.

Outra característica que confere uma grande vantagem à mandioca é a capacidade que suas raízes de reserva possuem de permanecer sob o solo, nas regiões onde não ocorre podridão radicular. Isso permite aos agricultores colher em épocas de melhores preços, e no semi-árido, estocar comida para si e seus animais durante os períodos secos. No sertão nordestino, em que os homens costumam migrar para o Sudeste durante uma parte do ano, a lavoura de mandioca é muitas vezes o único bem que eles deixam para a família. Dessa lavoura, eles produzem a farinha para o consumo, e vendem a outra parte para adquirir os demais mantimentos; as cascas-resíduo do processamento das raízes e, em alguns casos, também as folhas, são utilizadas na alimentação dos animais.

Essa rusticidade, embora permita à planta ser cultivada nos mais diversos ambientes, faz com que os agricultores normalmente reservem as piores glebas da propriedade para a instalação do mandiocal, o que talvez explique, pelo menos em parte, a baixa produtividade da mandiocultura brasileira, a despeito da imensa variabilidade genética existente na espécie.

A variação do teor de matéria seca das raízes da mandioca é outra característica conhecida e manejada pelos agricultores. Após uma chuva, as plantas utilizam o amido acumulado nas raízes na formação de novas folhas, e em consequência, o teor de matéria seca diminui; quando isso ocorre, os agricultores dizem que as raízes estão "fofas", "ensuadas", "cheias d'água" ou "degeneradas". Entretanto, quando as folhas recém-formadas passam a fazer fotossíntese, o teor de amido é recuperado. Em virtude disso, sem irrigação, o período do plantio à colheita da mandioca varia de 12 meses nas regiões mais chuvosas a 18 meses no semi-árido, podendo chegar a até 30-36 meses, nas regiões mais secas. Nessas regiões, em que o período chuvoso dura cerca de quatro meses, num mandiocal plantado no início das águas, aos 12 meses após o plantio, as plantas terão sido expostas a apenas quatro meses de chuva, e como as raízes fibrosas somente começam a se diferenciar em raízes de reserva a partir dos dois a três meses

(COCK et al., 1979), aos 12 meses após o plantio, as raízes não terão tido tempo de engrossar.

Assim, os agricultores esperam a segunda chuva (12 meses após o plantio), após a qual as raízes inicialmente perderão amido, e em seguida, com o surgimento das folhas novas, engrossarão e recuperarão o teor de amido, de modo que por volta dos 4 a 6 meses após essa segunda chuva, o tamanho das raízes e o seu teor de amido já justificam a colheita.

Esse é um esquema geral; obviamente, existem variações. Por exemplo, às vezes, em épocas de preços mais altos, o valor pago pelas raízes pode compensar a produtividade baixa, decorrente de uma colheita muito precoce. Também ocorre os agricultores não terem dinheiro para renovar a lavoura; assim, todo ano eles necessitam colher, para financiar a área nova.

Apesar da sua rusticidade, a mandioca possui limitações na sua propagação, tais como: 1) a baixa taxa de multiplicação, que dificulta o rápido aumento da quantidade inicial de manivas; 2) o acúmulo de patógenos e insetos que, com o passar dos ciclos de propagação, vão se acumulando e resultam em diminuição da capacidade produtiva dos clones, chegando a comprometer a produção do próprio material propagativo; 3) ao contrário dos grãos, as manivas não podem ser armazenadas por longos períodos. Essas características serão discutidas a seguir.

2 QUESTÕES RELACIONADAS À MULTIPLICAÇÃO

Uma característica intrínseca à mandioca, que constitui um obstáculo à sua propagação em larga escala, é sua baixa taxa de multiplicação. Cada planta de mandioca produz entre 5 e 10 manivas de 20 cm, num período de 12 meses, o que equivale a dizer que a sua taxa de propagação é de 1:5 a 1:10. Isso significa que um hectare de campo de multiplicação produz manivas para o plantio de outros cinco a, no máximo, 10 hectares. Na Tabela 1 são mostradas as taxas de multiplicação de algumas espécies vegetais. Tomando como exemplo o feijão, cuja taxa de multiplicação (1:225) é a menor depois da mandioca, vê-se que ainda é 22,5 vezes maior. A principal consequência dessa baixa taxa de multiplicação é que, uma vez identificado um clone de interesse, a sua disseminação é lenta. Esse é um detalhe importantíssimo, que não pode deixar de ser levado em conta na elaboração de projetos que impliquem na implantação de grandes áreas de cultivo de mandioca.

Tabela 1 – Taxa de multiplicação da mandioca em comparação com outras espécies.

Cultura	Taxa de multiplicação	Sementes para 1 ha	
		Peso (kg)	Volume (m^3)
Mandioca (manivas de 20 cm)	1:10	700	2,0
Feijão	1:225	80	0,10
Soja	1:600	90	0,12
Arroz	1:1.600	150	0,26
Milho	1:22.500	20	0,03

Fonte: Adaptado de López (2002).

Um método simples e barato que pode ser empregado para superar o problema da baixa taxa de multiplicação da mandioca é a propagação rápida. Esse método foi desenvolvido inicialmente pelo CIAT (1982), e posteriormente adaptado às condições brasileiras (SILVA et al., 2002; FUKUDA; CARVALHO, 2006; MATTOS et al., 2006).

O aumento da taxa de multiplicação promovido pela multiplicação rápida deve-se a dois aspectos. Em primeiro lugar, as manivas são cortadas com duas a três gemas, enquanto as manivas para o plantio convencional possuem cerca de 20 cm (ou em torno de sete gemas). E em segundo lugar, o broto emitido é cortado ao atingir o tamanho de 10 a 15 cm, e ocorrem novas rebrotas, induzidas pelas condições de umidade e temperatura elevadas, do interior da câmara de propagação, enquanto na multiplicação convencional, a maniva de 20 cm é plantada no campo, e gera apenas uma planta, a qual, dependendo do clone, pode ter de uma a quatro hastes.

O método consiste nas seguintes etapas:

a) Seccionamento do caule (haste) da planta de mandioca em segmentos com duas a três gemas (Figura 1).

Figura 1 – Manivas com duas a três gemas, empregadas no processo de multiplicação rápida da mandioca

Foto: Fabiana F. Aud

As manivas devem ser colocadas na posição horizontal, com as gemas voltadas para cima, de modo a facilitar a brotação.

b) Disposição das manivas de duas a três gemas na câmara de propagação rápida (Figura 2).

Figura 2 – Manivas de mandioca de duas a três gemas em câmara de propagação rápida

Foto: Fabiana F. Aud

Essas câmaras devem ser cobertas com plástico transparente (Figura 3), que tem como função reter o calor do sol. A estrutura de madeira que suporta o plástico não deve ser muito leve, para não ser levada pelo vento, nem muito pesada, pois dificulta a sua remoção durante as irrigações e o corte dos brotos.

Figura 3 – Vista da câmara empregada na propagação rápida da mandioca.

Foto: Fabiana F. Aud

A combinação de temperatura e umidade altas (devem ser feitas regas constantes, de modo a manter a umidade sempre elevada no interior das câmaras) induz a brotação das manivas (Figura 4). A água de irrigação deve ser de boa qualidade; a utilização de água contaminada pode resultar em morte dos brotos.

Figura 4 – Brotação das manivas de duas a três gemas, na câmara de propagação.

Foto: Fabiana F. Aud

O substrato deve ser fertilizado, de modo a possibilitar que as manivas rebrotem o maior número possível de vezes. Informações sobre a aplicação de fertilizantes em mandioca podem ser vistas em Gomes e Silva (2006). E, por fim, essas câmaras devem ser instaladas em locais bem drenados, uma vez que a mandioca não suporta solos encharcados.

c) Corte e transferência dos brotos para a câmara de enraizamento.

Quando os brotos atingem a altura de 10 a 15 cm, devem ser cortados e postos para enraizar em água, na câmara de enraizamento (Figura 5), coberta com o mesmo plástico utilizado na construção da câmara de propagação.

Os brotos devem ser cortados a no mínimo 1 cm do nível do solo, deixando-se gemas que venham a brotar novamente, e possibilitem outros cortes. Nessa operação, devem ser utilizadas ferramentas afiadas, como um bisturi, o qual deve ser desinfectado com álcool após cada corte, para evitar a contaminação dos brotos.

Figura 5 – Vista externa e interna da câmara de enraizamento

Foto: Fabiana F. Aud

A qualidade da água utilizada nessa fase é mais importante que a da empregada na câmara de propagação. Por isso, os brotos devem ser postos em água pura, se possível fervida, de modo a garantir as condições adequadas ao enraizamento.

d) Transplante dos brotos para aclimatização.

Cerca de 20 dias após o corte, os brotos já estão completamente enraizados (Figura 6), prontos para serem transplantados para sacos de polietileno ou copos plásticos.

Figura 6 – Brotos de mandioca enraizados, prontos para o transplante

Foto: Fabiana F. Aud

Da mesma forma que no preparo do substrato da câmara de propagação, devem-se adicionar fertilizantes ao substrato a ser empregado nos recipientes para onde os brotos enraizados serão transplantados. Isso é muito

importante porque as plantas obtidas por meio da multiplicação rápida são muito frágeis, em comparação com aquelas que se obtêm na multiplicação convencional; assim, é importante que estejam bem nutridas, para resistir ao transplante definitivo para o campo.

e) Transplante para o campo.

A menos que se disponha de irrigação, o transplante deverá ser feito em período chuvoso, de modo a facilitar o estabelecimento das plantas no campo.

Por meio dessa técnica, que é simples e não requer nenhum equipamento sofisticado, é possível aumentar em até 60 vezes a taxa de multiplicação da mandioca.

É importante enfatizar que plantas provenientes da multiplicação rápida produzem menos raízes que plantas obtidas a partir de manivas de 20 cm, e além disso, as raízes são deformadas. Entretanto, no ciclo seguinte, tanto a produtividade quanto a forma das raízes voltam ao normal.

O peso e volume elevados das manivas também são fatores que colocam a mandioca em desvantagem, em comparação com os grãos, por tornar custosos e dispendiosos a manipulação e o transporte. Para plantar um hectare de mandioca, são necessários 700 kg de manivas, o que corresponde ao volume de 2,0 m^3 (LÓPEZ, 2002), podendo chegar a 4-6 m^3 (MATTOS; GOMES, 2000). Para transportar essa quantidade de manivas, necessita-se de uma camioneta. Para plantar 1 hectare de milho, por exemplo, são necessários 20 kg (0,03 m^3). Esses 20 kg de sementes cabem no porta-malas de um carro de passeio.

Outro fator que dificulta a disponibilidade de manivas de boa qualidade para os agricultores é que, ao contrário dos grãos, as manivas não podem ser armazenadas sob baixas temperaturas, sendo conservadas no campo, onde estão expostas ao envelhecimento e a pragas. Esse problema é agravado nas regiões semi-áridas, onde a colheita da mandioca é realizada principalmente nos meses mais secos, quando as raízes estão com o teor máximo de matéria seca. Nessa época, entretanto, não é possível plantar as manivas obtidas, em virtude da falta de chuvas. Como, na maioria dos casos, os agricultores não armazenam adequadamente as manivas, deixando-as expostas ao calor do sol, no momento da chuva elas estão desidratadas, e em consequência, uma vez plantadas originam plantas fracas, resultando em baixa produção de raízes.

Essa situação torna-se mais grave nos anos em que o período seco é mais longo; nesses casos, as manivas não resistem ao longo período de estiagem. Além disso, na falta de outra alternativa, os agricultores as utilizam para alimentar os animais. Em consequência, no período chuvoso faltam manivas para plantar, e quando isso acontece, os agricultores plantam manivas de qualquer qualidade, criando-se assim um ciclo, cujo resultado são baixas produtividades.

Viana et al. (1996), em Vitória da Conquista, na região Sudoeste da Bahia, estudaram a resistência de manivas do clone Cacau ao armazenamento por 0, 5 e 30 dias, com e sem a maniva-mãe (cepa), sob sombra e a sol pleno. As manivas foram armazenadas na posição vertical, e enterradas a 10 cm de profundidade. Antes do armazenamento, as hastes mais tenras, e as ramas com problemas fitossanitários e/ou danos mecânicos foram eliminadas. Após essa seleção, as porções superiores e basais das hastes viáveis também foram descartadas.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e 11 tratamentos, descritos a seguir: a) plantio imediato das manivas; b) armazenamento durante 30 dias sem cepa, sem palha e sem sombra; c) armazenamento durante 30 dias sem cepa, com palha e sem sombra; d) armazenamento durante 30 dias sem cepa, sem palha e com sombra, e) armazenamento durante 30 dias sem cepa, com palha e com sombra, f) armazenamento durante 30 dias com cepa, sem palha e sem sombra; g) armazenamento durante 30 dias com cepa, com palha e sem sombra; h) armazenamento durante 30 dias com cepa, sem palha e com sombra i) armazenamento durante 30 dias com cepa, com palha e com sombra; j) armazenamento durante cinco dias sem cepa, sem palha e sem sombra, e k) armazenamento durante cinco dias com cepa, sem palha e sem sombra).

As características avaliadas foram: emergência das plantas, estande inicial e final, diâmetro do caule, altura das plantas, peso da parte aérea, índice de colheita, peso das raízes por planta e rendimento de raízes (em $kg.ha^{-1}$).

A colheita foi realizada por volta dos 17 meses após o plantio. Para nenhuma das características avaliadas houve diferenças significativas entre os três tempos de armazenamento das manivas. O rendimento de raízes foi de 4.218,75, 4.250,44 e 3.971,44 $kg.ha^{-1}$, respectivamente. Os autores comentam que isso pode ter ocorrido porque as condições de temperatura (máxima de 21,9 ^{o}C) e umidade relativa (86%) foram adequadas, durante o período de armazenamento, o que evitou a desidratação das manivas.

Quando as manivas foram armazenadas por cinco dias, com ou sem cepa, não houve diferença significativa para nenhuma das características avaliadas. Entretanto, quando as manivas foram mantidas por 30 dias, houve interação cepa x palha para o rendimento de raízes. Sem cepa, a cobertura com palha resultou em um rendimento de raízes significativamente maior (4.896 $kg.ha^{-1}$) que sem palha (2.956 $kg.ha^{-1}$), enquanto com cepa, as produtividades não diferiram significativamente com (4.583 $kg.ha^{-1}$) ou sem palha (3.450 $kg.ha^{-1}$), demonstrando que quando as manivas foram armazenadas sem cepas por 30 dias, a palha foi eficiente em evitar a sua desidratação.

O acúmulo de pragas, decorrente da propagação vegetativa, também afeta a taxa de propagação (quantidade) e a qualidade fitossanitária do material propagativo da mandioca. A propagação vegetativa tem a vantagem de possibilitar que, uma vez identificada uma planta de interesse, ela tenha a sua constituição genética replicada integralmente. Entretanto, ela traz também desvantagens. Normalmente, as plantas propagadas vegetativamente acumulam pragas e patógenos, os quais, muitas vezes provocam perdas, tanto na produção do produto comercial (frutos, colmos, tubérculos, raízes tuberosas, bulbos) quanto na quantidade e qualidade do material propagativo. Na mandioca, por exemplo, a degenerescência, ocasionada pelo ataque de pragas e/ou patógenos, chega a levar os agricultores a abandonar alguns clones, quando a diminuição da produtividade de raízes e da quantidade e vigor das manivas inviabilizam o cultivo.

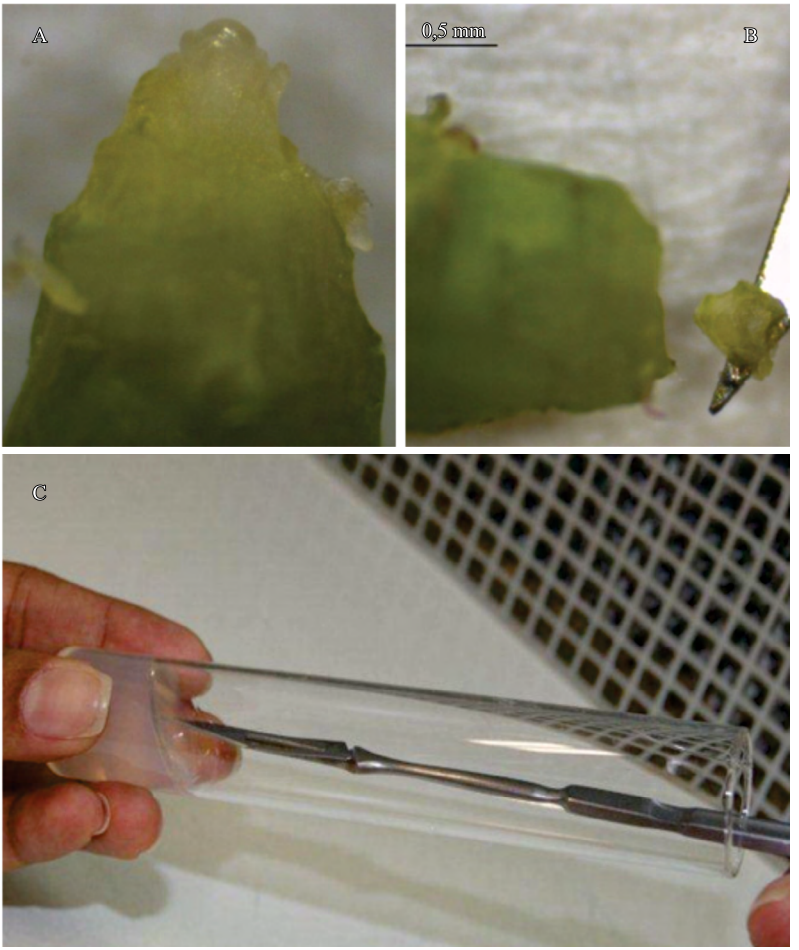
Entre as enfermidades transmissíveis por manivas, destacam-se as viroses e a bacteriose, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*.

A bacteriose é mais comum nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, onde é a principal doença da mandioca. No Nordeste, segundo Fukuda e Silva (1997), apenas no Estado da Bahia, nas microrregiões Sudoeste, Baixo Médio São Francisco, Sudeste e Alto da Serra Geral, a bacteriose causa problemas econômicos à mandiocultura.

As viroses que ocorrem em mandioca no Brasil são o mosaico comum, mosaico das nervuras e o couro de sapo. Segundo Lozano et al. (1983), embora o efeito isolado de cada uma dessas viroses na produtividade da mandioca não tenha sido ainda determinado, demonstrou-se que a obtenção de plantas sadias por meio de cultivo de meristemas in vitro ou da seleção de manivas em plantas sem sintomas pode triplicar a produtividade, bem como aumentar o teor de fécula.

A razão da utilização da cultura de meristemas na eliminação de vírus em plantas é que os vírus não conseguem alcançar os tecidos meristemáticos, pelo fato de essas células se reproduzirem com uma velocidade muito alta, impedindo assim que o vírus se estabeleça. Sendo assim, a probabilidade de se obterem tecidos livres de vírus e outros agentes causadores de doenças é inversamente proporcional ao tamanho do explante. Kartha e Gamborg (1975) observaram que 60% dos explantes de mandioca menores que 0,4 mm (Figura 7) produziram plantas sadias, e que quando os explantes eram maiores, não se obtinham plantas isentas de patógenos. Por outro lado, quanto menor o tamanho do explante, maior é a dificuldade de regenerar plantas (MURASHIGE, 1977).

Figura 7 – Ápice caulinar de mandioca (A e B), e inoculação no meio de cultura (C)



Fotos: Honorato P. S. Neto (A e B) Fabiana F. Aud (C)

As plantas submetidas ao cultivo de meristemas e posterior micropropagação devem ser indexadas, para verificar se a técnica foi ou não efetiva na eliminação dos vírus. As plantas que não estiverem livres de vírus podem ser submetidas à termoterapia, que consiste em cultivá-las à temperatura de 37-40ºC, em câmaras apropriadas. Sob essas condições, acredita-se que os tecidos da planta se dividem a uma velocidade maior do que o vírus

pode se multiplicar, e assim, aumenta-se a probabilidade de, ao se cultivar os meristemas de plantas submetidas à termoterapia e indexar as plantas resultantes desses explantes, obter plantas isentas de vírus. Caso contrário, prossegue-se com a termoterapia seguida de indexação até que se obtenham plantas sadias.

É importante ressaltar que a micropropagação é uma técnica que pode ser empregada tanto para a obtenção de plantas sadias quanto para o aumento da taxa de multiplicação, ou para ambas as finalidades simultaneamente. Sob condições controladas de temperatura, luminosidade e fotoperíodo, essa técnica viabiliza a produção de um número elevado de mudas idênticas à planta matriz, com excelentes condições sanitárias, durante todo o ano, permitindo uma taxa de propagação da mandioca de 1:5 a cada 6 semanas. Detalhes a respeito da aplicação da cultura de meristemas na cultura da mandioca podem ser vistos no trabalho de Souza et al. (2009).

Mais recentemente, a multiplicação massal em mandioca foi substancialmente melhorada, pela inclusão da indexação e pelo extraordinário aumento da taxa de multiplicação. Detalhes podem ser vistos em Trindade et al. (2017).

Um aspecto relacionado à qualidade da maniva que pouca atenção tem recebido da pesquisa é o estado nutricional das hastes, e o seu reflexo sobre a produtividade das plantas. Takahashi e Gonçalo (2005) relatam um estudo sobre o efeito de concentrações de Potássio nas manivas sobre a produtividade de raízes do clone Fibra. Ao aumentar o teor de Potássio na rama de 2,7 para 8,5 $mg.kg^{-1}$, a produtividade aumentou de 79 para 90 $t.alqueire^{-1}$, indicando haver uma influência do estado nutricional da maniva-semente sobre o potencial produtivo da planta resultante dela.

Existem ainda outros fatores que contribuem para dificultar a existência de manivas de boa qualidade fitossanitária à disposição dos agricultores. Um deles é que a mandioca é uma das poucas espécies cujo material propagativo não tem nenhum valor por si só. Em espécies graníferas, como o milho e o feijão, e mesmo em outras espécies de propagação vegetativa, como, por exemplo, batata, inhame e cana de açúcar, as partes da planta utilizadas na propagação, têm também valor alimentício. As manivas da mandioca, por sua vez, além de não poderem ser conservadas por longos períodos, não possuem nenhum valor adicional (LÓPEZ, 2002).

Não tendo a maniva nenhum outro valor além de ser o material de propagação da mandioca, não há interesse por parte dos agricultores, em dispensar-lhe maiores cuidados.

Além disso, pelo menos até o momento, não existe interesse de empresas privadas em produzir e comercializar manivas-semente. Assim, toda a demanda recai sobre as instituições públicas de pesquisa e/ou extensão rural. Entretanto, em razão dos aspectos comentados, da baixa taxa de multiplicação, grande volume ocupado pelas manivas e da dificuldade de conservação, nenhuma instituição isolada conseguirá atender a essa demanda. Por outro lado, a exigência dos bancos em financiar lavouras plantadas com clones recomendados pela pesquisa tem aumentado, e consequentemente, aumenta a demanda por manivas desses clones.

Nesse cenário, a parceria entre as instituições que possuem programas de melhoramento e as de extensão, prefeituras, associações de agricultores, é fundamental. As instituições relacionadas à cadeia da mandioca precisam internalizar essas características inerentes à planta da mandioca, que dificultam o aumento da quantidade de manivas, e a partir daí, firmar parcerias, nas quais as empresas estaduais de extensão e/ou pesquisa, e demais instituições afins sejam parceiras dos programas de melhoramento, em multiplicar localmente os clones de maior interesse para aquela região.

A seguir, serão abordados aspectos relacionados à utilização da mandioca para a alimentação humana e animal.

3 MANDIOCA PARA A ALIMENTAÇÃO HUMANA

Em relação à forma de consumo, a espécie *M. esculenta* se subdivide em dois grupos, o da mandioca mansa, doce ou de mesa, também chamada aipim ou macaxeira, e a mandioca brava, ou simplesmente mandioca, utilizada na fabricação de farinha ou de amido.

O que separa esses grupos é o teor de compostos cianogênicos (linamarina ou lotaustralina), sendo considerados como mandioca mansa os clones com baixos teores desses compostos. O limite entre esses grupos é controverso, pois o valor de 10 mg de ácido cianídrico (HCN).kg^{-1} de peso vivo, foi estabelecido pela FAO considerando o HCN inalado, enquanto na alimentação, ele é ingerido. Além disso, como o pH do estômago é ácido e a linamarase (enzima que catalisa a transformação da linamarina em HCN) atua melhor em meio alcalino, a velocidade de hidrólise dos glicocianetos é consideravelmente reduzida (CEREDA, 2003a). Além disso, prossegue a autora, poucos testes em animais foram feitos com linamarina. A maioria foi feita com HCN ou com cianeto de potássio, e por isso, a disponibili-

zação do cianeto é muito diferente da que ocorre com o cianeto orgânico como a linamarina. Consequentemente, por serem baseados em substâncias diferentes, os limites citados na literatura são pouco confiáveis, e a maioria exagera o perigo.

É importante enfatizar que o teor de compostos cianogênicos de um dado clone de mandioca não é um valor estático, uma vez que pode variar em função da idade da planta, clima e do teor de nitrogênio do solo.

Há uma crença, especialmente entre os agricultores, de que o sabor das raízes de mandioca pode ser utilizado para separá-las em mansas e bravas, sendo o sabor amargo correspondente a raízes bravas. Cereda (2003a) alerta para o fato de que, embora a linamarina pura (substância precursora do HCN) tenha sabor amargo, em algumas épocas do ano, as raízes de mandioca podem acumular açúcares, que podem mascarar o sabor amargo, e além disso, a sensibilidade ao amargo varia entre pessoas, de modo que o sabor das raízes não é um critério adequado para inferir sobre a toxicidade ou não das raízes de mandioca.

Uma observação importante, relacionada ao teor de compostos cianogênicos em raízes de mandioca, é que, se por um lado, raízes de mandioca "brava" não devem ser consumidas cozidas, isto é, como mandioca mansa, nada impede que raízes com baixo teor de compostos cianogênicos sejam utilizadas para a produção de farinha ou fécula, desde que o clone seja suficientemente produtivo e tenha teor de matéria seca adequado a essa finalidade.

3.1 MANDIOCA BRAVA OU PARA A INDÚSTRIA

Sendo o teor de compostos cianogênicos o critério que define a que finalidade será destinado um clone de mandioca, a determinação do teor destes compostos nos híbridos é uma das etapas iniciais em um programa de melhoramento de mandioca. Em seguida a essa etapa, os clones com baixo teor de compostos cianogênicos passam a ser avaliados com base em critérios importantes para mandioca de mesa, isto é, tempo de cozimento (o tempo ideal de cozimento está entre 15 e 20 minutos em panela comum), a ausência de fibras, o sabor da massa cozida, o formato das raízes e a porcentagem de raízes comerciais. O teor de amido, matéria seca e a produtividade de raízes são medidos, mas nesse caso, os atributos relacionados à qualidade são determinantes para a aceitação de um clone. No caso da mandioca para a indústria, os critérios principais são a produtividade de

raízes e o teor de amido e matéria seca. Obviamente, o ideal é um clone que tenha produtividade e teor de matéria seca elevados.

A grosso modo, as raízes de mandioca são compostas de matéria seca e água, sendo a matéria seca a fração que efetivamente é transformada em farinha. Assim, o rendimento de farinha é o produto do teor de matéria seca pela produtividade de raízes. Os agricultores conhecem e exploram essa questão. Por exemplo, há clones com baixo teor de matéria seca, porém têm alta produtividade de raízes, enquanto outros compensam uma produtividade mediana com um teor alto de matéria seca. Esse último tipo é preferido por quem compra raízes para fazer farinha, uma vez que o pagamento é feito sobre o peso total das raízes, e não pelo teor de matéria seca.

O teor de matéria seca pode ser medido diretamente em laboratório, ou ser estimado. Em programas de melhoramento, nos quais são obtidos e avaliados milhares de híbridos, a determinação direta seria muito dispendiosa. Assim, lança-se mão de um método indireto, o da balança hidrostática.

O primeiro trabalho a abordar a questão da determinação do teor de matéria seca e amido em raízes de mandioca foi o de Grossmann e Freitas (1950). Para a determinação do teor de matéria seca por meio do método proposto por esses autores, é necessário pesar 3 kg de raízes (peso no ar; P_{ar}) e em seguida, obter o peso dessa amostra de 3 kg na água ($P_{água}$), com o auxílio de uma balança hidrostática. Obtido o peso na água, aplica-se a seguinte expressão:

$$\text{Teor de matéria seca (\%)} = 15{,}75 + 0{,}0564 \times P_{água},$$

devendo o $P_{água}$ ser expresso em gramas.

Nesse caso, o peso da amostra é fixado em 3 kg. Entretanto, às vezes não se dispõe dessa quantidade de raízes. Assim, Kawano et al. (1987) obtiveram uma equação mais geral:

$$\text{Teor de matéria seca (\%)} = 158{,}3 \times \text{peso específico} - 142$$

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{peso no ar}}{(\text{peso no ar} - \text{peso na água})} = \frac{P_{ar}}{P_{ar} - P_{água}}, \text{ então:}$$

$$\text{Teor de matéria seca (\%)} = 158{,}3 \times \frac{P_{ar}}{P_{ar} - P_{água}} - 142.$$

Os valores de teor de matéria seca obtidos por meio das duas equações são próximos; a vantagem da equação de Kawano et al. (1987) é que ela foi desenvolvida para amostras de pesos (P_{ar}) quaisquer.

Obtido o teor de matéria seca, o teor de amido é calculado subtraindo 4,61, isto é,

Teor de amido (%) = Teor de matéria seca (%) - 4,61.

Nas fecularias do Centro-Sul do Brasil, utilizam-se amostras de 5 kg, por acreditar-se que o teor de matéria seca estimado com base em amostras desse peso reflete mais fielmente o teor real de matéria seca das raízes.

A farinha, produzida e consumida principalmente nas regiões Norte e Nordeste, é de aceitação regional, diferenciando-se por critérios como grau de torração, tamanho dos grânulos e cor. Por exemplo, a farinha d'água, típica dos Estados da região Norte e do Maranhão, é feita de raízes de polpa amarela, e os grânulos são grandes, o que se consegue por meio do controle da temperatura do forno.

Nas demais regiões do Brasil, a farinha é branca. Entretanto, atualmente, se observa no Nordeste o surgimento de uma demanda por farinha amarela, que pode ser obtida a partir de raízes de polpa amarela, ou adicionando corantes à farinha branca.

Uma questão relacionada à produção de farinha, importante principalmente na região semi-árida, em que a vegetação é rala, é a necessidade de lenha, para abastecer os fornos, onde a farinha é torrada. Em muitas regiões produtoras de farinha, a lenha está escassa, havendo necessidade de se plantarem espécies madeireiras, para suprir as casas de farinha. Outra alternativa é diminuir o consumo de lenha. Em Vitória da Conquista, em cujo entorno se localiza uma importante região produtora de mandioca do Estado da Bahia, estão sendo testadas duas alternativas nesse sentido: fornos construídos com tijolos refratários, que mantêm melhor a temperatura, e tampas nos fornos, com resultados promissores, em termos de economia de lenha.

Embora a farinha ainda seja o produto ao qual se destina a maior parte da produção brasileira de mandioca, o seu consumo tende a decrescer à medida que a renda da população vai melhorando e/ou que as pessoas migram para as cidades, pelo motivo de que, em ambos os casos, as pessoas passam a ter acesso a outros alimentos. Ao contrário, o amido, em razão de suas inúmeras utilidades, é um produto cuja demanda aumenta à medida que um país se industrializa (CARDOSO; SOUZA, 2002). Esses autores apresen-

tam uma extensa lista das aplicações do amido, na alimentação (glucose, maltose, fermentos, gelatinas, fécula, dextrina) e na indústria (adesivos, têxtil, papel e celulose, farmacêutica, explosivos, calçados, tintas e petrolífera). O amido também é denominado fécula, goma ou polvilho. O polvilho azedo, utilizado na produção do pão de queijo, é amido de mandioca fermentado.

O amido tal como ele é extraído, é denominado amido natural ou nativo, para diferenciar do amido modificado. Os amidos naturais são usados principalmente para o preparo de alimentos, e nas indústrias de papel e cartonagem, sendo uma pequena parcela destinada às indústrias de fermentação, farmacêutica, química, de cosméticos, fundição e mineração. Por sua vez, os amidos modificados são empregados na indústria papeleira, sendo pequena a quantidade destinada aos setores alimentício e têxtil (CEREDA et al., 2003).

A produção de amido de mandioca em larga escala concentra-se nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Entretanto, tem havido a instalação de fecularias nas regiões Norte e Nordeste, onde até então a produção de amido era quase que exclusivamente feita de maneira artesanal.

A consolidação dessas fecularias trará algumas mudanças para a cadeia da mandioca. Por exemplo, haverá aumento do tamanho das áreas plantadas, uma vez que a produção de amido requer grandes volumes de matéria-prima para ser economicamente viável. Isso, por sua vez, levará à necessidade de mecanização do plantio, o que levará a outra mudança. No plantio mecanizado, as hastes inteiras são introduzidas em um cilindro, de modo que, quanto mais ereto o porte da planta, melhor. Isso requererá da pesquisa a identificação de clones de arquitetura mais ereta.

Os agricultores familiares preferem clones com porte mais ramificado, porque eles cobrem mais rapidamente a área, requerendo assim um número menor de capinas. Esses agricultores normalmente fazem o plantio manual, antes do qual as hastes são cortadas em pedaços de 15 a 20 cm, de modo que o porte da planta não tem implicação sobre o plantio.

Outra diferença entre o mercado de farinha e o de amido é que na maioria dos casos, as fecularias compram as raízes com base no teor de amido, e não no peso total das raízes, como fazem os produtores de farinha. Por esse motivo, se o teor de matéria seca é importante para o mercado de farinha, no mercado de amido é ainda mais.

No processo de extração do amido, uma vez raladas as raízes, a separação entre amido e a fibra é feita com água. Portanto, o volume d'água

consumido nesse processo é enorme. A qualidade da água também é importante, para não interferir na qualidade do amido. Esse é um fator que precisa ser levado em consideração no momento de se investir na atividade de extração de amido no semi-árido, onde a água, além de escassa, normalmente é rica em sais.

A água resultante da prensagem das raízes (manipueira) é um fator de contaminação dos cursos d'água e do lençol freático. No caso da produção de amido, esse problema assume uma proporção ainda maior porque, à água das raízes (mais ou menos 65% de umidade) soma-se a água adicionada para a extração do amido.

Quanto à fonte de energia empregada na secagem do amido, segundo Alves e Vedovoto (2003), em estudo realizado em 67 fecularias, detectou-se que 49 (73%) utilizavam apenas lenha nesse processo. Nesse trabalho, pode-se ver uma descrição bastante detalhada dos aspectos econômicos relativos à indústria do amido de mandioca no Brasil. Para uma revisão sobre os aspectos técnicos da extração de amido, ver Vilpoux (2003a).

3.2 MANDIOCA MANSA, DE MESA OU PARA CONSUMO FRESCO

As raízes da mandioca para mesa, também conhecida como macaxeira ou aipim, são consumidas cozidas, sob a forma de bolos, purês, chips, ou ainda pré-cozidas e fritas em seguida. Atualmente, está aumentando a demanda por raízes processadas e congeladas.

Para uma descrição do processamento e dos produtos obtidos a partir de mandioca de mesa, ver Vilpoux (2003b); Vilpoux e Cereda (2003).

Como já comentado, o critério para separar os clones de mandioca em bravos e mansos é o teor de compostos cianogênicos, sendo considerados mansos aqueles cujo teor de compostos cianogênicos é de no máximo 50 ppm, ou de 50 mg por kg de raiz fresca. O teor de compostos cianogênicos varia com a idade de colheita, o ambiente e a variedade. Entretanto, há clones que são estáveis com relação a essa característica (FUKUDA et al., 2006), os quais devem ser buscados nos programas de melhoramento.

Fukuda e Borges (1990) mediram o teor de compostos cianogênicos dos clones Saracura, Manteiga, Casca Roxa, Maragogipe, Abacate e Paraguai, do 6º ao 18º mês após o plantio. As médias dos clones nas 13 épocas de colheita variaram de 75,74 $mg.kg^{-1}$ (Abacate) a 137,97 (Casca Roxa).

O menor valor de compostos cianogênicos observado nas 13 épocas de colheita foi o do clone Abacate, no 17º mês após o plantio (49,50 mg.kg^{-1}), enquanto o maior valor correspondeu ao clone Casca Roxa, aos 11 meses após o plantio (193,33 mg.kg^{-1}). A maior diferença entre o maior e o menor valor foi observada no clone Saracura (54,20-182,33 mg.kg^{-1}), enquanto a menor diferença observou-se no clone Manteiga (60,75-101,00).

O teor médio de compostos cianogênicos dos seis clones variou de 77,09 mg.kg^{-1} aos 18 meses a 120,83 mg.kg^{-1} aos seis meses após o plantio, e além disso, os maiores valores foram observados entre o 6º e o 11º mês após o plantio, demonstrando não haver, pelo menos no caso desses clones, relação positiva entre o tempo de colheita e o teor de compostos cianogênicos nas raízes.

O tempo de cozimento e a possibilidade de cozinhar ou não, também são critérios fundamentais em mandioca para mesa. Essa é uma característica determinada por muitos fatores. Por exemplo, acredita-se que, de um modo geral, o tempo de cozimento e a dificuldade de cozinhar vão aumentando com o aumento da idade das raízes. Entretanto, Fukuda e Borges (1989), trabalhando com cinco clones (Maragogipe, Saracura, Manteiga, Casca Roxa e Paraguai), cujas raízes foram colhidas mensalmente dos 6 aos 12 meses, observaram que o tempo médio de cozimento dos clones foi de 20 minutos (6 meses), 16 minutos (7 meses), 18 minutos (8 meses), 14 minutos (9 meses), 17 minutos (10 meses), 17 minutos (11 meses), 19 minutos (12 meses). Vê-se por esses dados, que o menor tempo de cozimento (14 minutos) deu- se aos 9 meses, e que, o maior tempo de cozimento (20 minutos) observou-se na colheita mais precoce (aos 6 meses), resultado completamente oposto ao esperado. Por outro lado, os cinco clones cozinharam durante todo o período avaliado, o que nem sempre ocorre, pois, como assinalam Fukuda et al. (2006), é muito comum variedades de aipim passarem um tempo sem cozinhar. Por exemplo, depois das chuvas, quando a planta utiliza o amido acumulado nas raízes para a produção de novas folhas, normalmente as raízes tornam-se mais difíceis de cozinhar.

Carvalho et al. (2009) avaliaram raízes do clone IAC 576-70, cultivado em duas propriedades do entorno de Campinas-SP, nas quais havia diferenças de manejo. Numa das propriedades, o solo vinha sendo cultivado com mandioca durante anos, apresentando sinais de esgotamento, e na outra, além de se fazer rotação com hortaliças, a área havia ficado em pousio por quatro anos. Assim, nessa segunda área, os teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, além da Soma de Bases e da Capacidade de Troca de Cátions

(CTC), determinados por meio da análise de solo, eram maiores que na área de cultivo seguido com mandioca. O tempo médio de cozimento das raízes foi de 33 minutos na área de pousio, enquanto na outra área, mesmo submetidas a 50 minutos de cozimento, as raízes não cozinharam.

Um aspecto curioso é que o teor de matéria seca nas raízes foi de 36,8% na área de pousio, e de 41,2% na área com plantios contínuos de mandioca. Os resultados indicaram que para que as raízes cozinhem bem, a mandioca deve ser cultivada em solos com altas concentrações de fósforo e potássio. Os autores ressaltam, entretanto, que apesar da associação detectada entre os teores de nutrientes e o tempo de cozimento, é necessário investigar se é possível diminuir esse tempo por meio de adubação.

O armazenamento também interfere no cozimento das raízes de mandioca. Vilpoux e Cereda (2003) relatam que, em unidades de processamento de mandioca congelada, observou-se, em raízes colhidas no mesmo local e época, que as que foram processadas no período da manhã cozinharam rapidamente, enquanto as que foram processadas à tarde demoraram mais, e algumas nem chegaram a cozinhar. Esses autores afirmam também que após o início da brotação, as raízes da mandioca não cozinham, sendo essa a fase mais crítica no processo de cozimento, confirmando informações dos agricultores, que acreditam que, logo após uma chuva, normalmente as cultivares de mandioca deixam de cozinhar por um período. A questão do cozimento deixa de ter importância nos casos em que as raízes são desintegradas, como na fabricação de bolos.

Como se pode ver, o cozimento de raízes de mandioca é uma característica influenciada por vários fatores, com grande complexidade. Além disso, para agravar o problema, poucos estudos são conduzidos a esse respeito, tornando-se difícil prever o que ocorrerá, em termos de cozimento, com as raízes de uma dada cultivar num local onde não se tenha experiência de cultivo.

Outra característica indesejável na mandioca de mesa é a ocorrência de fibras, havendo alguns clones que raramente formam fibras, mesmo quando as raízes são colhidas com mais de 12 meses. Entretanto, de um modo geral, as raízes vão se tornando mais fibrosas à medida que aumenta a sua idade.

Nesse contexto, é difícil produzir mandioca para mesa sem irrigação no semi-árido, uma vez que, em virtude da escassez de água, as raízes demoram a se formar, e assim, quando têm tamanho suficiente para compensar a colheita, estão muito fibrosas. Sob essas condições, a irrigação permite que as raízes comecem a se formar no tempo devido, e estejam prontas para a

colheita por volta dos seis a oito meses, quando a possibilidade de haver fibras é menor.

Outro aspecto de extrema importância em mandioca de mesa é a conservação das raízes depois de colhidas. No caso da mandioca para a indústria, as raízes podem ser mantidas no campo. Entretanto, no caso da mandioca de mesa, isso não é possível, por causa da formação de fibras e do aumento da dificuldade de cozinhar. Além disso, uma vez colhidas as raízes, têm início alterações extremamente prejudiciais à comercialização, sendo as perdas maiores causadas pela evaporação de água e oxidação de compostos fenólicos (CEREDA; VILPOUX, 2003a). Em virtude da oxidação, a polpa das raízes escurece, e embora isso não origine odor nem sabor ruim, faz com que o produto seja rejeitado pelos consumidores. Assim, a seleção de clones cujas raízes tenham capacidade de se conservar por mais tempo depois da colheita é fundamental em mandioca, principalmente de mesa.

O Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, tem desenvolvido pesquisas nesse sentido. Um dos resultados dessa pesquisa foi a descoberta de que raízes de polpa amarela tendem a se conservar por mais tempo, sendo essa capacidade maior de conservação devida aos carotenoides, responsáveis pela cor amarela da polpa. Entretanto, nem sempre se buscam raízes amarelas, e assim, os trabalhos de pesquisa continuam, na busca de raízes brancas e com resistência/tolerância à deterioração fisiológica de pós-colheita.

Em mandioca de mesa, à exceção de São Paulo e do Distrito Federal, onde as raízes de cor creme são preferidas, predominam as raízes brancas. Entretanto, com o aumento da importância dos alimentos com propriedades funcionais, a pesquisa tem se voltado para a busca de clones de raízes amarelas. A importância das raízes amarelas é que o betacaroteno, um dos carotenoides, é precursor da vitamina A, cuja deficiência, entre outros problemas à saúde humana, causa cegueira noturna.

Pesquisas realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Mandioca e Fruticultura levaram à constatação de que, no processamento para a fabricação de farinha, a perda dos carotenoides é maior que no consumo de mesa, porque na prensagem, grande parte dos carotenoides se perde junto com a manipueira e no processo de torração, e o restante é degradado durante o armazenamento da farinha. No consumo fresco (mandioca de mesa), as raízes são cozidas e consumidas em seguida, de modo que a perda dos carotenoides é bem menor.

Por essa razão, os trabalhos de aumento do teor de betacaroteno em mandioca estão concentrados em clones com baixos teores de compostos cianogênicos, para permitir o consumo como mandioca de mesa. O trabalho iniciou-se por volta de 2001, e resultou no lançamento, em 2005, dos clones Dourada e Gema de Ovo, cujos teores de betacaroteno são de cerca de 4 ppm. Os trabalhos de cruzamentos entre clones com os maiores teores de carotenoides e baixos teores de compostos cianogênicos prosseguiram, e culminaram com o lançamento do híbrido BRS Jari, com 8,7 ppm de betacaroteno, em 2009.

As raspas são outro produto importante da mandioca. As raspas descascadas podem ser usadas na alimentação humana, enquanto as raspas com casca, por serem mais escuras, são empregadas na alimentação animal, na qual a cor não é um empecilho para uso (CEREDA, 2003b). Assim, as raízes podem ser colhidas no período em que estejam com o maior teor de matéria seca, transformadas em raspas e processadas quando os preços forem mais compensadores. Dessas raspas, pode-se obter amido, por exemplo.

Cereda (2003b) ressalta, entretanto, que a transformação das raízes em raspas provoca alterações que não são reversíveis com a reidratação. Na alimentação animal, a autora ressalta que é importante ter cuidado com a secagem e o armazenamento das raspas, de modo a evitar o desenvolvimento de bolores, especialmente os que produzem toxinas, das quais a mais conhecida é a aflatoxina B, capaz de causar lesões no fígado, levando à perda de apetite e de peso, e finalmente à morte dos animais.

A parte aérea é dos produtos da mandioca, o menos aproveitado. Carvalho et al. (1986), estudando 10 cultivares de mandioca, observaram teores de até 31,9% de proteína em feno produzido a partir das folhas. Entretanto, segundo Flores e Camargo-Penteado (2002), essas folhas desidratadas não são adequadas para a alimentação humana, em razão do alto teor de fibras, que atuam como fator anti-nutricional. Para contornar esse problema, Cereda e Vilpoux (2003b) propõem a extração dessas proteínas, eliminando tanto os fatores anti-nutricionais quanto os tóxicos.

A maniçoba, prato típico da região Amazônica, é o principal dos produtos das folhas de mandioca usados na alimentação humana, no Brasil. Para o preparo desse alimento, as folhas são moídas num moedor de carne, e em seguida submetidas a um cozimento prolongado, junto com carnes.

Quanto à utilização da farinha de folhas de mandioca como suplemento alimentar, Cereda e Vilpoux (2003b) observam que a secagem das folhas

deve ser feita à sombra, para diminuir o máximo o teor de compostos cianogênicos.

Entretanto, é na alimentação animal que a parte aérea de mandioca apresenta o maior potencial de uso, especialmente agora que, com a utilização do milho para a produção de combustível, os preços dos derivados de milho para ração estão em alta. Para essa finalidade, podem ser empregadas também as cascas resultantes da produção de farinha, bem como a polpa, como será visto a seguir.

4 UTILIZAÇÃO DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A mandioca, além de ter seus produtos e subprodutos utilizados na alimentação humana, apresenta alto potencial para utilização na alimentação animal, em especial para ruminantes, nas mais diversas formas possíveis, como a raiz, silagens, fenos e resíduos. Vários subprodutos da produção de farinhas e polvilhos, féculas e chips têm sido estudados. Na Tabela 2 são apresentados alguns valores de análises encontradas na literatura para mandioca.

Entre os custos da produção pecuária, o que se refere à alimentação dos animais é sempre o maior. Em regiões onde existem limitações climáticas, este custo tende a ser ainda maior, devido à necessidade de compra de insumos externos para enfrentar o período da seca. Neste contexto, a utilização de alimentos não convencionais e também de resíduos, assume grande importância, visto que podem ser alternativas para viabilizar a produção pecuária no Brasil.

Um dos inconvenientes da utilização da mandioca (raiz ou parte aérea) é que ela pode causar a intoxicação dos animais. A mandioca possui vários nomes e sinonímias, mas em geral no Nordeste brasileiro é chamada de mansa ou macaxeira quando não apresenta riscos de intoxicação, e de mandioca brava ou apenas mandioca quando apresenta risco de intoxicação. Sem análise química não é possível estabelecer a diferença entre os dois tipos.

Tabela 2 – Composição bromatológica da mandioca em % na matéria seca.

	MS	PB	EE	Cinzas	FDN	FDA	pH	Lignina	Amido	Fonte
Casca de mandioca	88,68	3,37		4,00	28,63	20,64				Prado et al (2000)
Casca de mandioca	89,20	3,70		2,20	28,60	20,40			48,00	Marques et al. (2000)
Casca de mandioca desidratada	89,69	3,59		11,59	33,18				58,26	Zeoula et al. (2002)
Farinha de varredura	90,09	2,05		1,15	12,31				86,05	Zeoula et al. (2003)
Farinha de varredura	91,12	1,98		1,23	8,75				79,50	Zeoula et al. (2002)
Farinha de varredura	91,30	1,20		0,30	7,30	5,50			84,80	Marques et al. (2000)
Feno parte aérea	90,90	7,92	3,91	4,84	54,48	47,54		11,76		Pinho et al. (2004)
Parte aérea	22,03	19,18		6,77	48,91	39,83				Guedes et al. (2007)
Parte aérea (folhas)	25,00	23,2	5.00	6,00						NRC (2006)
Raiz	22,54	4,53		3,43	13,40	3,49				Guedes et al. (2007)
Raspa de mandioca (raiz integral)	88,70	3,60		3,60	8,50	5,70			82,50	Marques et al. (2000)
Raspa de mandioca (raiz integral)	88,27	3,28		3,95	8,12				76,20	Zeoula et al. (2002)
Silagem parte aérea	22,83	17,82	6,71	7,95	35,97		4,51			Embrapa Tabuleiros Costeiros
Silagem parte aérea	25,64	11,95	2,96	7,57	45,70	44,17		13,80		Santos et al. (2009)
Silagem parte aérea	25,00	7,98	3,50	3,91	50,34	43,75	3,57	12,98		Pinho et al. (2004)
Silagem parte aérea pré-seca	27,70	7,39	3,68	4,40	51,27	44,66	3,60	11,70		Pinho et al. (2004)

MS= matéria seca; PB= Proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido

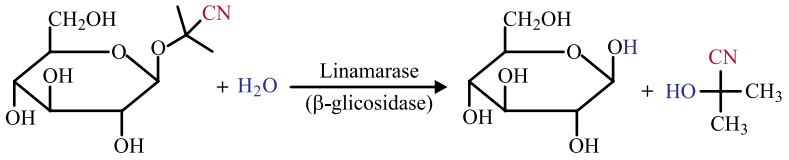
Segundo Ezequiel e Gonçalves (2007), apesar de ser uma planta largamente consumida pelo homem como fonte calórica, a mandioca, se preparada inadequadamente, causa uma intoxicação que, não raro, é fatal. A raiz da mandioca contém dois glicocianetos denominados linamarina e lotaustralina (Figura 8). Quando a estrutura celular de qualquer parte da planta se rompe, a enzima linamarase, que se encontra na parede celular, catalisa a hidrólise dos glicosídeos cianogênicos (liberados dos vacúolos), formando glicose e a cianidrina correspondente. As cianidrinas, então, se decompõem espontaneamente ou por meio da ação da enzima α–hidroxinitrila liase (MONTAGNAC et al., 2009).

Figura 8 – Glicosídeos cianogênicos presentes na mandioca (MONTAGNAC et al., 2009).

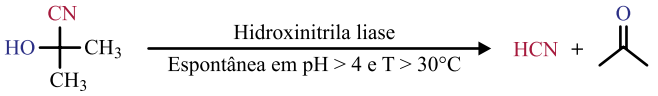
Linamarina | Lotaustralina

A linamarina ocorre em maiores quantidades na casca da raiz, mas a polpa comestível contém quantidades consideráveis desta substância. A reação química está demonstrada na Figura 9.

Figura 9 – Ação das enzimas responsáveis pela liberação do cianeto (MONTAGNAC et al., 2009).



Linamarina | Glicose | Cianidrina



Cianidrina | Propanona

A linamarina é um representante do grupo dos glicosídios cianogênicos. Na circulação sanguínea, a cianidrina libera o íon cianeto, que é transportado pela hemoglobina. Nas células, o cianeto liga-se fortemente ao citocromo mitocondrial, que é responsável pelo transporte eletrônico na respiração celular. Por essa razão, o intoxicado passa por um processo de asfixia celular que, dependendo da quantidade de cianeto no sangue, pode provocar a morte.

4.1 Utilização das raízes

O principal produto da mandioca são as raízes, que ao serem processadas pela indústria da farinha sobram as cascas (conhecidas no interior do Nordeste como raspa) e a água, denominada manipueira. Na literatura, raspa de mandioca refere-se à polpa (isto é, as raízes depois de eliminada a casca) cortada em pedaços, os quais são postos para secar.

As raízes podem ser utilizadas integralmente na alimentação dos animais, mas é necessário verificar a viabilidade financeira, devido aos preços alcançados por este produto, uma vez que nem sempre a utilização pode ter custo compatível em relação à venda do produto.

As raízes da mandioca destacam-se como fonte de energia, que é o componente quantitativamente mais importante das rações alimentícias para diferentes espécies de animais. Apresentam pequenas quantidades de proteínas, vitaminas, minerais e fibras, e são bem aceitas pelos animais.

Sua utilização geralmente é associada a outros alimentos com nível protéico elevado. De acordo com Ezequiel e Gonçalves (2007), a raiz de mandioca quando fresca apresenta menos de 1500 kcal de energia metabolizável por quilo de massa fresca, e quando desidratada, varia de 3200 a 3600 kcal.

As raízes podem ser fornecidas aos animais na forma fresca, seca (raspa da mandioca), ou na forma de silagem. Outra forma são as cascas, oriundas das indústrias e comumente denominadas de raspa de mandioca no Nordeste brasileiro. A raspa ou apara de mandioca, bastante conhecida em todo território nacional, são pedaços ou fatias de raiz de mandioca seca ao sol. Algumas vezes são confundidas com a casca seca, resultante do descascamento das raízes para a produção de farinha de mesa. Se o material utilizado não oferecer risco de intoxicação (macaxeira), ela pode ser utilizada

fresca para os animais. Para isto, precisa ser fornecida diariamente, sendo necessária a lavagem das raízes para eliminar o solo e as impurezas.

Entretanto, se o material utilizado for mandioca, ou se houver qualquer dúvida, a recomendação é que se faça a secagem do material, para que a linamarase possa atuar e eliminar o glicosídeo cianogênico. Para tanto, após a colheita, seleção e lavagem, as raízes precisam ser moídas ou cortadas em pequenas fatias e espalhada ao sol em camadas de no máximo 5 cm de altura, com revolvimento mínimo de 4 vezes ao dia. A umidade esperada é em torno de 12-14%, e estará pronta para consumo por animais quando pegarmos um pedaço e o mesmo riscar como giz escolar.

A secagem pode ser feita em pisos cimentados (terreiro), bandejas com fundo telado, ou sobre lonas. A primeira opção envolve um custo inicial mais elevado, mas apresenta maior praticidade e eficiência, visto que as lonas tendem a rasgar, e o trabalho com elas por este motivo é mais lento. Durante a noite, o material precisa ser coberto, por causa de eventuais chuvas e para que não recupere umidade perdida durante o dia. O tempo de secagem depende de vários fatores, citando-se principalmente a temperatura, a intensidade solar e a umidade relativa do ar, variando geralmente de 1 a 3 dias.

Para utilização da casca da mandioca (material não utilizado após o processamento pela indústria), os cuidados devem ser os mesmos, para evitar a possibilidade de intoxicação e em relação à limpeza das raízes. Prado et al. (2000) substituíram o milho por casca de mandioca em dietas de novilhas em crescimento e concluíram que ela pode substituir o milho como fonte de energia em dietas para estes animais.

Os cuidados para o preparo da silagem são os mesmos necessários para o preparo de outras silagens, recomendando-se tempo para abertura dos silos de 30 dias. Os procedimentos são os seguintes: a) colher, lavar e selecionar as raízes; b) as raízes precisam ser picadas em pedaços de 0,5 a 2 cm, e a compactação e vedação devem ser efetuadas a cada 20 cm de material colocado no silo; c) fechar o silo o mais rápido possível. Outras recomendações normais a toda silagem, como utilizar lona de boa qualidade, ter cuidado na vedação, manter a forma abaulada no topo e fazer canaletas para proteger da chuva também devem ser adotadas.

Quando a silagem for ser utilizada, retirar camadas uniformes e tentar minimizar a exposição ao ar. Segundo Souza e Fialho (2003), as experiências têm demonstrado que a raspa de raízes de mandioca pode ser incluída na formulação de rações para animais domésticos, em substituição parcial

ou total dos cereais (milho, trigo, cevada, etc.), graças ao seu valor energético e à sua palatabilidade.

4.2 Utilização da parte aérea

Além da raiz, a parte aérea também pode ser utilizada na alimentação dos animais, sendo um produto de alto valor biológico, que muitas vezes é desprezado pelos produtores. Pensando-se em produção animal, a utilização da parte aérea mostra-se valiosa, visto que apresenta boa qualidade bromatológica e algumas variedades apresentam produtividades acima de 50 $t.ha^{-1}$ (CARVALHO et al., 2008). A parte aérea da mandioca apresenta ainda grande potencial para ser utilizada em conjunto com a palma forrageira, que é uma cultura muito importante no semi-árido nordestino. Pode ainda ser utilizada na forma fresca, de feno ou de silagem. Para ser utilizado na forma fresca, o material tem de pertencer ao grupo das macaxeiras, que poderia ser cortada e fornecida diretamente ao gado. No caso de utilização de mandioca, recomenda-se picar o material e deixa-lo à sombra, para que o glicosídeo cianogênico seja degradado pela linamarase e, posteriormente, se forme o ácido cianídrico, que é gás a 26ºC. Se o produtor quiser um material com mais qualidade, pode optar por cortar apenas o terço superior da parte aérea, onde concentra-se o maior número de folhas, que chegam a ter mais de 25% de PB e boa digestibilidade. Geralmente o material é passado integralmente na máquina forrageira. Esta decisão depende de vários fatores, que incluem a disponibilidade de pastagens ou outros volumosos, e a produtividade dos animais.

4.2.1 Feno

A preparação do feno exige alguns cuidados que podem ser uma complicação para alguns produtores, como o clima úmido, local para secagem e armazenamento protegido da chuva. Outra dificuldade é que, na secagem as folhas se esfarelam e se perde muito material de boa qualidade, diminuindo o valor biológico do feno, pois nas folhas está a parte mais nutritiva. Segundo Souza e Fialho (2003), quando a folhagem destina-se à produção de feno para monogástricos (aves, suínos e cavalos), devem-se utilizar as partes mais tenras (hastes novas e folhas). No caso da alimentação de ruminantes (bovinos, caprinos e ovinos), esta seleção não precisa ser tão criteriosa, podendo-se utilizar também as manivas.

De acordo com Ezequiel e Gonçalves (2007), os cuidados para confecção de feno são os seguintes:

a) Depende de condições climáticas;
b) Colher a parte aérea da mandioca, deixando fora a haste principal, de aproximadamente 40 cm, o que permite maior concentração de folhas e, portanto, do teor de proteínas;
c) Picar com picadeira de forragem em pedaços menores que 2 cm;
d) Espalhar o material picado (15 $kg.m^{-2}$), sobre lona ou terreiro cimentado;
e) Revirar a cada duas horas no 1º dia e 2 vezes no 2º dia;
f) Deixar ao sol até completar a secagem (material em torno de 12 % de umidade conserva o valor nutritivo por aproximadamente um ano);
g) Ensacar na forma em que foi seco, ou moer para transformar em farelo e guardar em lugar arejado;
h) Nesse processo, pode ocorrer grande perda de folhas, que contêm de 28 a 32 % de PB, restando hastes e talos, que possuem de 5 a 10 % de PB.

Almeida e Ferreira Filho (2005) ressaltam que o feno da parte aérea da mandioca pode ser incluído na formulação de rações para animais domésticos, especialmente ruminantes, em substituição parcial ou total dos cereais (milho, trigo, cevada), graças ao seu valor nutritivo.

Com relação à alimentação de não ruminantes, contudo, existem algumas restrições, devido ao elevado teor de fibra e à presença de compostos cianogênicos. Para estes, a relação de produtos derivados da parte aérea da mandioca não deve ultrapassar 15% na composição de rações, mesmo sendo um alimento rico em proteínas e pigmentos (carotenoides e xantofilas), importantes na alimentação de frangos de corte e aves de postura. Quanto aos ruminantes, não há limitações, uma vez que seu sistema digestivo tem capacidade de digerir grandes quantidades de fibra.

4.2.2 Silagem da parte aérea

A produção de silagem é menos dependente das condições climáticas e também pode ser uma boa alternativa para a alimentação de ruminantes. De acordo com Almeida e Ferreira Filho (2005), a ensilagem da parte aérea da mandioca consiste no corte e armazenamento da forrageira em silos, tendo como resultado um produto volumoso suculento. O método consta em,

logo após a colheita, cortar as ramas, amontoando-as próximo à picadeira e eliminando-se a parte basal das manivas, se estiverem muito lenhosas. Os pedaços devem ser picados entre 1 a 2 cm, e devem-se encher os silos com rapidez, compactando o material a cada camada de 20 cm, para expulsar o ar. Vedar o mesmo com lona plástica e aguardar no mínimo 30 dias para a sua abertura. As operações devem ser realizadas com rapidez, para que se obtenha uma silagem de boa qualidade.

4.3 Manipueira

A manipueira é um líquido de aspecto leitoso e cor amarelo-claro, obtido na prensagem das raízes da mandioca, com vistas à obtenção da fécula ou farinha, o qual apresenta fisicamente como suspensão aquosa e quimicamente, como miscelânea de compostos, como amido, açúcares, proteínas, linamarina, derivados cianogênicos, substâncias e sais minerais diversos. Esta característica da manipueira consiste em sério problema ambiental, quando lançada diretamente em corpos hídricos, principalmente se considerados os pequenos cursos d'água, onde comumente acontecem os despejos dos resíduos líquidos de indústrias que utilizam raízes de mandioca como matéria-prima (CEREDA, 2001). Muitas vezes este resíduo é despejado diretamente no meio ambiente, e pode causar vários transtornos, como forte odor, proliferação de moscas e outros insetos, risco de intoxicação dos animais e de contaminação da água de cisternas, num raio de até 100 metros.

De cada kg de mandioca fresca são gerados em torno de 400 ml de manipueira, variando de acordo com o material utilizado e a eficiência da prensagem. Segundo Ezequiel e Gonçalves (2007), esse resíduo contém todos os componentes solúveis da raiz e pode conter um teor residual de açúcares da ordem de 20 a 40 $g.l^{-1}$. A agressão da manipueira ao meio ambiente está relacionada ao poder de poluição conferido pelo teor de carboidratos e também à toxicidade da linamarina.

Os resultados obtidos sobre a utilização da manipueira para animais ainda carecem de comprovação científica. As informações obtidas até o momento indicam que, depois de obtida a manipueira, deve-se esperar três dias para fornecê-la aos animais, quando é pura, e cinco dias quando é impura. Ela é considerada pura quando não se adiciona água, e impura quando diluída, como ocorre na extração de amido. Os bovinos gostam da manipueira, por ela ser adocicada, mas é necessário que os mesmos

sejam previamente preparados para consumi-la. Preparam-se os animais habituando-os a consumir mandioca sob a forma de raspa, silagem, feno ou raiz cortada. Para iniciar o consumo, faz-se um teste, que consiste em fornecer cinco litros de manipueira durante três dias. Os animais aprovados poderão usá-la normalmente, e os que apresentarem alguma reação devem ser temporariamente separados do grupo (RAIZ E FRUTO, 2006).

4.4 Farinha de varredura

A farinha de varredura (FV) de mandioca é a farinha de mandioca destinada ao consumo humano, que por algum motivo caiu no chão da fábrica sendo, portanto, um subproduto do processamento da mandioca pelas indústrias farinheiras que apresenta boa disponibilidade a baixo custo, na região Noroeste do Paraná. Segundo Caldas Neto (2001), a farinha de varredura é obtida durante a limpeza de todo o material perdido no chão, formado por farinha, pó e fibra. Sua composição química é muito semelhante à da farinha.

Esse resíduo tem sido utilizado em vários trabalhos de pesquisa, com bons resultados. Boscolo et al. (2002) forneceram-no para tilápias, em substituição ao milho e concluíram que pode ser utilizado até o nível de 24% na dieta. Zeoula et al. (2003) trabalharam com a FV, substituindo 25, 50, 75 ou 100% do milho, em dietas para ovinos e concluíram que a substituição não afetou o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o pH e a concentração de N amoniacal do líquido ruminal, nem os balanços de nitrogênio e de energia, podendo substituir em 100% o milho na ração desses animais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mandioca é uma planta de extrema importância para a segurança alimentar do povo brasileiro, especialmente no semi-árido, devido à sua capacidade de tolerar períodos de seca, produzir em solos de baixa fertilidade, e ao fato de suas raízes poderem se conservar sob o solo, para serem colhidas quando for necessário.

Por outro lado, problemas relacionados à propagação, tais como a baixa taxa de multiplicação, o acúmulo de patógenos e insetos decorrente da propagação vegetativa, e a impossibilidade de armazenamento das manivas sob condições controladas estão entre as causas da escassez e da baixa

qualidade fisiológica das mesmas, e em última análise, resultam na baixa produtividade dessa cultura no Brasil.

Dada a capacidade da mandioca, de produzir em solos de baixa fertilidade, normalmente os agricultores negligenciam a aplicação de fertilizantes, e em consequência, com os cultivos sucessivos, as produtividades vão diminuindo, em razão do esgotamento dos nutrientes do solo. Assim, a implementação de um plano de produção e distribuição de manivas de alta qualidade fisiológica, juntamente com a melhoria da fertilidade do solo, seriam medidas de grande impacto no aumento da produtividade da cultura da mandioca no Brasil, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, onde normalmente o investimento em insumos nessa cultura é muito baixo.

Em termos de mandioca para a indústria, o amido é o produto cuja demanda tem aumentado. Por isso, observa-se a instalação de fecularias na região Nordeste. Isso deverá provocar aumento da área plantada, e em consequência, gerará a necessidade de mecanização do plantio, e é provável que haja uma pressão por aumento da produtividade, como forma de diminuição de custos, o que provavelmente, resultará em aumento da utilização de insumos, como fertilizantes.

Em mandioca para mesa, em virtude da procura por alimentos fáceis de preparar, observa-se atualmente um aumento da demanda por raízes pré-cozidas e congeladas, e também dos chips. Nesse contexto, a demanda pelas raízes amarelas, com teores mais elevados de carotenoides, deverá aumentar.

Apesar de rica em proteínas, a parte aérea da mandioca é pouco empregada na alimentação humana, em razão do alto teor de fibras. Entretanto, na alimentação animal, especialmente de ruminantes, a parte aérea, assim como as raízes, apresentam grande potencial. A utilização da raiz para essa finalidade precisa ser avaliada economicamente em relação aos preços proporcionados pela venda para a produção de farinha, por exemplo. A comparação geralmente é feita com o milho, mas pode ser feita com qualquer outra fonte energética, sempre levando-se em conta o teor de matéria seca dos alimentos.

Como a mandioca pode ser tóxica para os animais, recomenda-se, em caso de dúvida, realizar os procedimentos para minimização da concentração do glicosídeo cianogênico, ou seja, o processamento adequado, para que a enzima linamarase hidrolise os glicocianetos.

As características inerentes à planta de mandioca, que resultam em dificuldades à sua propagação, são agravadas pelo fato de não existirem, pelo menos até o momento, empresas privadas que produzam manivas-semente. Por isso, essa atividade recai sobre as instituições públicas, que, isoladamente, não dispõem dos meios para atender adequadamente à demanda. Sendo assim, a existência de manivas de boa qualidade genética e fitossanitária à disposição dos agricultores passa pela atuação organizada de todas as instituições ligadas à mandiocultura.

REFERÊNCIAS

ALLEM, A. C. The origin of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 41, p. 133-150, 1994.

ALLEM, A. C. The origins and taxonomy of cassava. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Ed.). **Cassava**: biology, production and utilization. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 1-16.

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.7, n. 1, p. 56-56, 2005.

ALVES, E. R. de A.; VEDOTO, G. **A indústria do amido de mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003 (Embrapa Informação Tecnológica. Documentos, 6).

BOSCOLO, R. W.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*) na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 546-551, 2002.

CALDAS NETO, S. F. et al. Mandioca e resíduos das farinheiras na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 2099-2108, 2001.

CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. da S. Importância, potencialidades e perspectivas do cultivo da mandioca na América Latina. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura**: tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 29-47. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 2).

CARVALHO, C. R. L. et al. Aspectos bioquímicos e agronômicos no cozimento de mandiocas. III. Um estudo de caso na região de Campinas. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 5, jul. 2009. p. 799-804. 1 CD-ROM. Edição dos anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais. Botucatu, jul. 2009.

CARVALHO, H. W. L. et al. Rede de adaptação de cultivares de aipim e mandioca para o Nordeste Brasileiro: safra 2006-2007. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 132).

CARVALHO, V. D.; et al. Características nutritivas de fenos do terço superior e das folhas de cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas v. 5, n. 1, p. 63-70, 1986.

CEREDA, M. P. (Coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. v. 4, 340 p. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 4).

CEREDA, M. P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláce2as Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003a. v. 3, p. 47-80. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

CEREDA, M. P. Raspas, farinha de raspas e derivados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003b. v. 3, p. 657-681. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Conservação de raízes. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003a. v. 3, p. 13-29. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Potencialidades das proteínas de folhas de mandioca. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003b. v. 3, p. 683-692. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; DEMIATE, I.M. Amidos modificados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. v. 3, p. 246-332. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical**. Multiplicación acelerada de material genético promisorio de yuca**: guia de estudio para ser usado como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali: CIAT, 1982. 28 p. (Serie 04SC-06-06).

COCK, J. H.; FRANKLIN, D.; SANDOVAL, G.; JURI, P. The ideal cassava plant for maximum yield. **Crop Science**, Madison, v. 19, p. 271-279, 1979.

El-SHARKAWY, M. A.; HERNÁNDEZ, A. P.; HERSHEY, C. Yield stability of cassava during prolonged mid-season water stress. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 28, p. 165-174, 1992.

EZEQUIEL, J. M. B. ; GONCALVES, J. S. Enfoque da mandioca no cenário brasileiro. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1., 2007, Manaus. Aspectos nutricionais, reprodutivos e sanitários: caderno de palestras. Manaus: Gráfica Moderna LTDA, 2007. p. 7-31, 2007.

FLORES, C. O.; CAMARGO-PENTEADO, M. V. Folhas de mandioca como fonte de nutrientes. In: CEREDA, M. P. (Coord.). Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, v. 4, p. 48-66. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 4).

FUKUDA, W. M. G. et al. Variedades. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 433-454.

FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. F. Cultivares de mandioca para mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, 1989. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 15).

FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. F. Influência da idade de colheita sobre a qualidade de raízes em diferentes cultivares de mandioca de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 9, n. 1/2, p. 7-19, 1990.

FUKUDA, W. M. G.; CARVALHO, H. W. L. **Propagação rápida de mandioca no Nordeste brasileiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2006. 6 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical Circular Técnica, 45).

FUKUDA, C.; SILVA, J. F. **Bacteriose da mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA:EBDA, 1997. 1 Folder.

GOMES, J. C.; SILVA, J. Correção da acidez e adubação. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 215-247.

GROSSMANN, J.; FREITAS, A. G. Determinação do teor de matéria seca pelo método de pêso específico em raízes de mandioca. **Revista Agronômica**, Porto Alegre, n. 14, p. 75-80, 1950.

GUEDES, P. L. C. et al. Produção de forragem de mandioca para alimentação de bovinos leiteiros no agreste Paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 1, n. 2, p, 53-59, 2007.

KARTHA, K.K.; GAMBORG, O.L. Elimination of cassava mosaic disease by meristem culture. **Phytopathology**, v. 65, n. 7, p. 826-827, 1975.

KAWANO, K.; FUKUDA, W. M. G.; CENPUKDEE, U. Genetic and environmental effects on dry matter content of cassava root. **Crop Science**, Madison, v. 26, p. 69-74, 1987.

LÓPEZ, J. Semilla vegetativa de yuca. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Org.). **La yuca en el tercer milenio**: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali: CIAT, 2002. p. 49-75.

LOZANO, J. C.; JAYASINGHE, U.; PINEDA, B. Enfermedades virales de la yuca en America. **Yuca Boletín Informativo**, Cali, v. 7, n. 2, p. 1-4, 1983.

MARQUES, J. A. et al. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1528-1536, 2000.

MATTOS, P. L. P. de; GOMES, J. de C. (Coord.). **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 122 p. il. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 37).

MATTOS, P. L. P; SOUZA, A. S.; FERREIRA FILHO, J. R. Propagação. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 455-491.

MONTAGNAC, J. A.; DAVIS, C. R.; TANUMIHARDJO, S. A. Processing techniques to reduce toxicity and antinutrientes of cassava for use as a staple food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Oxford, v. 8, n. 1, p. 17-27, 2009.

MURASHIGE, T. Manipulation of organ initiation in plant tissue culture. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 18, n. 1, p. 1-24, 1977.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**: sheep, goats, cervids, and New World camelids. Washington: National Academic Press, 2006. 362 p.

PINHO, E. Z. et al. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial parto f cassava (*Manihot esculenta* crantz). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 64, p. 364-370, 2004.

PRADO, I. V. et al. Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica**. Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 278-287, 2000.

RAIZ & FRUTO: informativo da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, v. 19, n. 53, 2006. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/informativos/raiz_e_fruto/raiz_fruto53.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2010.

SANTOS, G. T. et al. Replacement of corn silage with cassava foliage silage in the diet of lactating dairy cows: composition and economic evaluation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, p. 259-267, 2009. Número especial.

SILVA, M. N.; CEREDA, M. P.; FIORINI, R. A. Multiplicação rápida de mandioca. In: CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura**: tuberosas amiláceas latinoamericanas. São Paulo: Fundação Cargill, v. 2, 2002. p. 187-197. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 2).

SOUZA, A. S. et al. Micropropagação da mandioca. In: JUNGHANS, T. G.; SOUZA, A. S. (Ed.). **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009, p. 323-350.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **Cultivo da mandioca para a Região do Cerrado**. Importância econômica. Cruz das Almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistemas de produção, 8). Versão eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/index.htm> Acesso em 25 de jan. 2011.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A cultura da mandioca**. Paranavaí: Olímpica, 2005. 116p.

TRINDADE, A. V.; BARBOSA, C. M. P.; SILVEIRA, H. F. da; ROCHA, H. S. (Ed.). **Manual do maniveiro: orientações práticas para produção de manivas-semente em Unidades de Multiplicação Rápida (UMR)**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 69 p.

VIANA, A. E. S. et al. Efeito do armazenamento de ramas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) sobre características agronômicas da cultura. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 15, n. 1/2, p. 55-65, 1996.

VILPOUX, O. Processos de produção de fécula de mandioca: comparação Brasil, Tailândia e China. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 3, p. 143-175. 2003a. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

VILPOUX, O. Processamento de raízes e tubérculos tropicais para produção de chips. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 3, p. 110-131. 2003b (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

VILPOUX, O.; CEREDA, M. P. Processamento de raízes e tubérculos para uso culinário: minimamente processadas, vácuo, pré-cozidas congeladas e fritas (*french fries*). In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 3, 2003. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 3).

ZEOULA, L .M. et al. Mandioca e resíduos das farinheiras na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH3 e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1582-1593, 2002. Suplemento.

ZEOULA, L .M. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 491-502, 2003.

Tema 5

Alternativas complementares à renda

Capítulo 1

A cadeia produtiva do sisal no Nordeste brasileiro

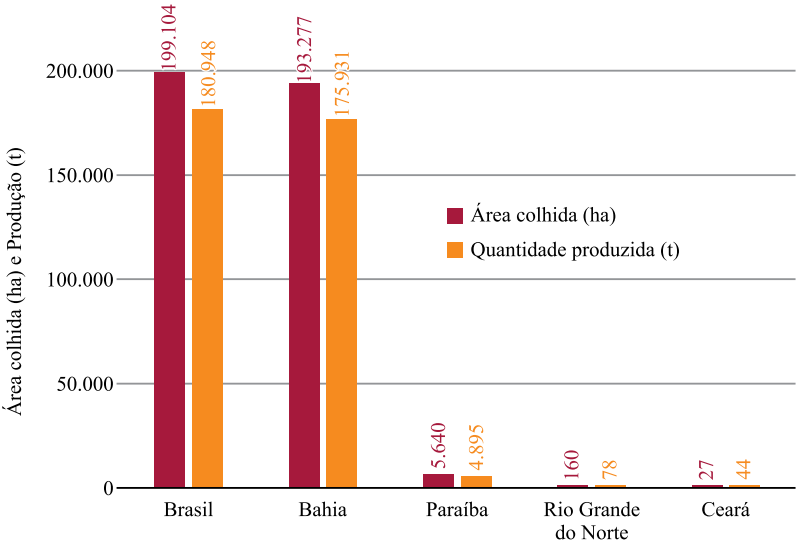
Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva
Waltemilton Vieira Cartaxo
Tarcisio Marcos de Souza Gondim
Alderi Emídio de Araújo
Carlos Alberto Domingues da Silva

1 INTRODUÇÃO

Agave sisalana Perrine ex Engelm, também conhecida como sisal, é uma planta herbácea monocotiledônea da família Agavaceae. Originário da América Central e do México (TREJO-TORRES et al., 2018), o sisal cresce em muitos países tropicais, como a Tanzânia e o Brasil, sendo os dois principais produtores (CHAND et al., 1998; DEBNATH, 2010). A família Agavaceae possui distribuição predominantemente pantropical com cerca de 25 gêneros e 637 espécies, reunindo plantas herbáceas, árvores e arbustos rizomatosos, com folhas alternas, espiraladas e dispostas em roseta (JUDD et al., 2007). Do ponto de vista anatômico, as fibras do sisal se inserem no grupo das fibras denominadas "estruturais", cuja função é dar sustentação e rigidez às folhas; esta característica confere alta resistência à tração e permite sua utilização em diferentes aplicações industriais (PIRES, 2009). O sisal é a principal fibra dura produzida no mundo, correspondendo a aproximadamente 70% da produção comercial. Outras fibras similares

provenientes de plantas como: abacá, *Musa textilis*; tampico, *Agave funkiana* (KAUSNE, 2008); fique *Furcraea andina* e piteira, *Furcraea gigantea* (PIRES, 2009), também são produzidas, mas em menor escala. No Brasil, o cultivo do sisal se concentra na região Nordeste, ocupando uma área de 200 mil hectares (Figura 1) com 82 municípios envolvidos no cultivo. Os principais estados produtores são: Bahia (54 municípios), Paraíba (24 municípios), Rio Grande do Norte (municípios de Jandaíra e Parazinho) e Ceará (municípios de Caririaçu e Granjeiro), com 97,07%, 2,83%, 0,08% e 0,01% da produção nacional, respectivamente (IBGE, 2018). Nesses estados, o sisal é cultivado predominantemente em áreas de pequenos produtores, com predomínio do trabalho familiar (SANTOS, 2006).

Figura 1 - Área plantada e produção de fibra do sisal no Brasil e estados produtores, no ano de 2016. Fonte: Elaborada pelos autores com dados do IBGE – Produção Agrícola Municipal. Sidra-IBGE (2018), disponíveis em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em 06 set. 2018.



No Bioma Caatinga, a agaveicultura ocupa uma extensa área de solos empobrecidos na região semiárida de alguns estados do Nordeste, sendo inclusive a única alternativa de cultivo com resultados econômicos satis-

fatórios para a região (SUINAGA, 2006). A extração da fibra do sisal é feita com base em seu valor de mercado, especialmente como produto para exportação de fibra, fio "baler twine" para enfardamento de feno, cordoaria, peças de artesanato, carpetes e tapetes. Outros subprodutos do sisal que têm valor econômico são: o resíduo (a bucha, o pó e o sumo), os quais são pouco aproveitados por não serem processados em escala industrial ou comercial (SANTOS; SILVA, 2017).

A atividade sisaleira é fortemente dependente da demanda externa por fibras ou manufaturados, consumindo 85% da produção nacional e gerando anualmente cerca de 80 a 100 milhões de dólares em divisas para o Brasil. No entanto, as constantes oscilações de preço no mercado externo e a falta de planejamento agrícola, torna o cultivo do sisal uma atividade explorada de forma extensiva por agricultores de base familiar. Estima-se que o sisal ofereça aproximadamente 600 mil postos de trabalho de forma direta e indireta, por meio de sua cadeia produtiva, que começa com a implantação e condução das lavouras, colheita, desfibramento e beneficiamento da fibra, e termina com a industrialização e a confecção de artesanato (SILVA et al., 2008; SANTOS; SILVA, 2017). Esse cenário só não é melhor, porque a comercialização da fibra é realizada no seu estado bruto, com baixo valor agregado e concentrada em poucos países importadores, como EUA (43%), México (10%) e Portugal (7%) (SANTOS, 2006).

Levando-se em consideração o grande número de trabalhadores envolvidos nos processos produtivo e industrial da fibra do sisal, é de fundamental importância a busca por alternativas capazes de tornar essa fibra natural competitiva com os fios sintéticos, haja vista que eles são os principais responsáveis pelo seu baixo preço no mercado internacional; portanto, a redução dos custos de produção, o aproveitamento dos subprodutos do desfibramento e a maior eficiência no processo de desfibramento são pontos que devem ser destacados para tornar a cultura mais importante na exploração agroindustrial da propriedade rural (SILVA; BELTRÃO, 1999).

Neste capítulo, são descritas as condições edafoclimáticas de cultivo e os principais passos tecnológicos realizados pelos produtores de sisal localizados na região semiárida do Brasil, com destaque para o preparo do solo e plantio, tratos culturais, manejo de doenças, colheita, desfibramento, beneficiamento e seleção da fibra, comercialização, renovação da lavoura, aproveitamento da fibra no artesanato e na indústria e dos resíduos do seu desfibramento. Serão efetuadas, também, algumas considerações sobre o sistema de produção vigente, que se desenvolve com baixo nível tecno-

lógico, mas se constitui em um instrumento de grande impacto social e econômico para o campo e a indústria, envolvendo um grande contingente de pessoas que dependem, direta ou indiretamente, dessa cultura.

2 CULTIVO

O sisal é uma cultura perene cuja exploração é tecnicamente muito simples, visto que as suas diversas fases se desenvolvem com baixa aplicação de tecnologia. As condições e os principais passos tecnológicos para o cultivo do sisal são descritos a seguir.

2.1 Clima e Solo

2.1.1 Clima

Na região semiárida do Brasil onde o sisal é cultivado predomina temperatura média anual de 30°C, velocidade média dos ventos de 3m/segundo, pluviosidade anual variando entre 400 mm e 700 mm e umidade relativa média de 60% (SILVA et al., 2008).

2.1.2 Solo

Uma ampla diversidade de solos é utilizada para o cultivo do sisal no Brasil, com destaque para os Neossolos Quartzarênicos distróficos, Nitossolos vértico e não-vértico, Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, Neossolos Líticos distróficos e eutróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e distróficos, Planossolos, Neossolos Regolíticos e suas associações (AMORIM NETO; BELTRÃO, 1999). No entanto, os solos mais apropriados para o cultivo do sisal são os sílico-arenosos, permeáveis, de média fertilidade e relativamente profundos. O sisal não tolera áreas compactadas nem encharcadas, pois elas dificultam o seu pleno desenvolvimento; portanto, deve-se optar por áreas de elevações suaves com exposição leste-oeste, de forma a proporcionar maior luminosidade (fator preponderante para o seu desenvolvimento) (DEBNATH et al., 2010; SILVA et al., 2008; SILVA; BELTRÃO, 1999).

2.2 Preparo do Solo

O solo para o plantio das mudas de sisal deverá estar livre de plantas invasoras e apresentar relevo suave a ondulado, devendo ser preparado por meio de aração ou gradagem utilizando-se arado de discos ou uma grade pesada, respectivamente. A operação poderá ser complementada com o uso de uma grade leve (SILVA; BELTRÃO, 1999). É importante ressaltar que as condições topográficas e de textura do solo são fatores importantes na escolha dos equipamentos e no manejo do solo. Além desses cuidados recomenda-se, também, a adoção de práticas conservacionistas, tais como o plantio em curvas de nível, de acordo com a declividade da área (SUINAGA; SILVA; COUTINHO, 2006).

2.3 Adubação

O sisal é uma cultura exigente por solos férteis, equilibrados e com teores adequados de cálcio e boro (BACHTHALER, 2006). Portanto, para se determinar as reais necessidades nutricionais da cultura recomenda-se efetuar a análise do solo (SILVA; BELTRÃO, 1999). Em geral, o cultivo do sisal deve ser realizado em solos com pH variando entre 5,5 e 6,5; em solos ácidos deve-se fazer a calagem preferencialmente com calcário dolomítico (MALAVOLTA, 1996). A adubação do sisal nas condições do semiárido nordestino deve ser parcelada, aplicando-se 1/3 do nitrogênio (60 kg/ha) no enraizamento da muda e os 2/3 restantes no início do próximo ano chuvoso; o fósforo (30 a 70 kg/ha de P2O5) e o potássio (30 a 70 kg/ha de K2O) devem ser aplicados pela metade no plantio e o restante trinta dias depois. Após o primeiro corte, deve-se parcelar a adubação, aplicando-se metade do nitrogênio (40 kg/ha), fósforo (30-70 kg/ha de P2O5) e potássio (30-70 kg/ha de K2O) após o corte e a outra metade aos 30 a 60 dias depois da primeira aplicação. É importante ressaltar que os solos das regiões onde o sisal é cultivado no nordeste têm altos teores potássio, devido principalmente à origem destes solos e à baixa precipitação, o que reduz a perda por lixiviação (SILVA et al., 2008). Nesses solos recomenda-se utilizara menores doses de potássio.

Nas localidades onde os níveis de precipitação são adequados (acima de 800mm), o nitrogênio pode ser reposto por meio do cultivo de leguminosas entre as fileiras de sisal (BACHTHALER, 2006). Nesses locais, a distribuição dos fertilizantes no primeiro ano de cultivo deve ser feita no sulco ou

cova de plantio, enquanto que as adubações de cobertura e de segundo ano e nos anos seguintes devem ser feitas em faixa, ao lado da fileira de plantio (MALAVOLTA, 1996). No período de colheita, a adubação deverá ser parcelada, preferencialmente, em duas aplicações anuais, com uma delas no início do período chuvoso e a outra, logo após o corte das folhas, desde que haja umidade no solo (MALAVOLTA, 1996). Na Bahia, por exemplo, estima-se que a produtividade de 800 kg/ha de fibra/ha/ano pode ser aumentada pelo produtor para algo entorno de 1.800 a 2.300 kg de fibra/ha/ano se esse tipo de adubação for utilizado, com aumento da fração de folhas com fibras longas e resistentes.

Uma das alternativas para a reposição de parte dos nutrientes extraídos pela cultura é a restituição do resíduo do desfibramento, prática que é recomendada há muito tempo. Como apenas 3% a 5% da folha são de fibra aproveitável, constituída de celulose, os 95-97% restante contém a maior parte dos nutrientes extraídos anualmente pela cultura (SILVA et al., 2008).

Pelo exposto, verifica-se que todos os macronutrientes são importantes para o pleno desenvolvimento do sisal. Plantas de sisal com deficiência em N, P, K, Ca e Mg apresentam suas folhas com apenas 13,3%, 26,6%, 13,0% e 27,0% do peso das folhas de plantas fertilizadas corretamente (2.668 g) (SALGADO et al., 1982).

2.4 Plantio

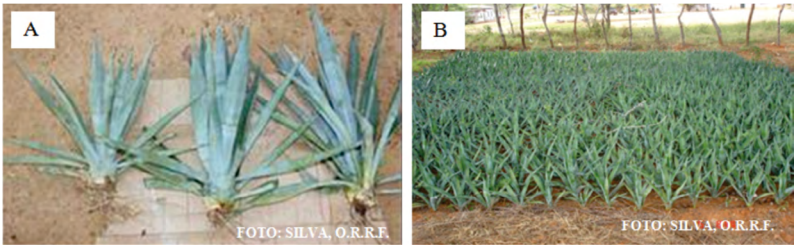
Recomenda-se que as linhas de plantio sejam direcionadas no sentido perpendicular ao deslocamento da luz solar, para evitar o sombreamento das plantas. É aconselhável, também, que sejam formados talhões com dimensão de aproximadamente 2 ha, com o objetivo de facilitar a operação de colheita, transporte da produção e o trânsito da máquina desfibradora. O sulco de plantio pode ser feito com sulcador de duas linhas acoplado ao trator ou manualmente, em covas. A época adequada para o plantio é antes do início da estação chuvosa (SILVA et al., 2008; SILVA; BELTRÃO, 1999).

2.4.1 Material para Plantio

O sisal é propagado, vegetativamente, por bulbilhos e rebentos. Na seleção dos rebentos devem ser considerados os seguintes aspectos, segundo Medina (1963), Lock (1969) e Silva et al. (2008):

- A planta-mãe deve ser sadia, ter bom desenvolvimento vegetativo e estar em franca produção e em boas condições fitossanitárias;
- Os rebentos devem ser selecionados quanto à idade, tamanho e diâmetro do bulbo;
- Deve-se verificar o estado de maturidade da planta-mãe, pois caso ela esteja emitindo o pendão floral, deve-se descartar seus rebentos, já que estes terão menor longevidade;
- Os rebentos podem ser arrancados e armazenados por alguns dias, desde que em lugares frescos e protegidos do sol e dos ventos;
- Recomenda-se, para o plantio, os rebentos com 40 a 50 cm de altura e com 12 a 15 folhas (Figura 2A).

Figura 2 – Rebentos para o plantio (A) e viveiro de bulbilhos de sisal (B)



De acordo com Medina, (1954), Medina (1963) e Silva et al. (2008), o agricultor que fizer a opção pelo plantio por meio de bulbilhos, deverá considerar os seguintes aspectos:

- O viveiro deverá ser preparado em terreno fértil, com boa drenagem e em condições de irrigação, devendo-se situar o mais próximo possível da área do plantio definitivo;
- Os bulbilhos selecionados deverão apresentar tamanho superior a 10 cm, sendo, preferencialmente, isentos de espinho nos bordos laterais das folhas;
- Na escolha dos bulbilhos, devem ser considerados a produtividade, o porte, o vigor e o desenvolvimento do pendão floral da planta-mãe;
- O plantio em viveiro (Figura 2B) deverá ser realizado no espaçamento de 20 cm entre plantas e de 50 cm entre linhas, devendo a planta permanecer neste local até atingir a altura de 40 a 50 cm, quando então será transplantada para o local definitivo.

A não observação das recomendações, tanto para os rebentos (filhotes) quanto para os bulbilhos, poderá implicar na formação de sisalais desuniformes quanto ao tamanho das plantas, à época de corte, à produção e à maturidade das fibras produzidas (MEDINA, 1963).

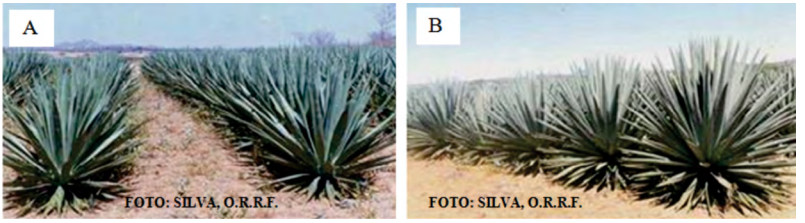
No plantio, a muda deve ser colocada em perfeito alinhamento com a fileira, na posição vertical, mantendo-a em profundidade adequada, de forma a enterrar parcialmente o bulbo, deixando parte da inserção das folhas do colo fora da terra. A fim de oferecer maior sustentação, deve-se comprimir, com os pés, a terra à sua volta e, neste período, fazer vigilância permanente da lavoura, uma vez que o vento ou a chuva pode provocar o tombamento ou mesmo o arranquio dos filhotes (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2006; SILVA; BELTRÃO, 1999).

2.4.2 Escolha do Material Genético

No Nordeste, os produtores têm duas opções quanto ao tipo de sisal a ser plantado: o sisal comum, como é conhecido *Agave sisalana* (Figura 3A), que representa cerca de 99% do sisal cultivado na região, e o híbrido 11648 (Figura 3B), resultante do cruzamento entre *Agave angustifolia* e *Agave amaniensis*, originário da África (LOCK, 1969) e introduzido no Brasil na década de 70.

Quando comparado ao sisal comum, o híbrido 11648 tem a vantagem de ser mais produtivo e resistente à seca, o que permite a colheita de suas folhas praticamente durante todo o ano, além ser resistente à doença da podridão vermelha do tronco. Por outro lado, é mais exigente quanto à fertilidade de solo, apresenta folhas de menor comprimento e sua fibra é menos resistente, exigindo maior esforço do puxador na operação de desfibramento (SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2008; SILVA; BELTRÃO, 1999).

Figura 3 – Plantas de Agave sisalana (A) e do híbrido 11648 (B)



2.4.3 Configuração e Densidade de Plantio

A densidade de plantas por unidade de área varia em função das condições de clima e solo da região. No Nordeste brasileiro, o sistema de plantio mais utilizado é o de fileiras simples com espaçamento de 2,0 m x 1,0 m e uma população de 5 mil plantas/ha. Para cultivos mais tecnificados, recomendam-se maiores espaçamentos (2,5 m x 0,8 m ou 2,8 m x 0,7 m), que mantêm uma densidade de 5.000 plantas/ha, possibilitando a implantação de culturas intercalares nos dois primeiros anos, além de permitir que algumas operações sejam mecanizadas. Outro espaçamento bastante utilizado para o consórcio do sisal com bovinos é o de 3,0 m x 1,8m, com densidade de 1.850 plantas/ha, o qual permite ampla circulação dos animais e que a planta produza maior quantidade de folhas longas (MEDINA, 1954).

O sistema de plantio em fileiras duplas também é utilizado por alguns produtores. Nesse sistema, o solo se mantém protegido da erosão, mas os tratos culturais e a colheita são dificultados. Os espaçamentos mais recomendados são 3,0 m x 1,0 m x 1,0 m, com densidade de 5 mil plantas/ha, e 4,0 m x 1,0 m x 1,0 m com 4 mil plantas/ha (SILVA et al., 2008).

2.4.4 Plantio Consorciado

O plantio intercalar – com o milho, o feijão, o gergelim, a mamona, o algodão e outras culturas regionais – constitui uma alternativa interessante e capaz de proporcionar ao produtor uma renda extra no período improdutivo do sisal, além de reduzir os custos de implantação desta lavoura (SILVA; BELTRÃO, 1999).

O consórcio lavoura-pecuária (sisal-bovinos), por meio do pastoreio controlado e direto do animal no campo de sisal com o aproveitamento do pasto natural e as folhas dos filhotes menores como alimento, é outra forma de redução dos custos de produção e diversificação da atividade agrícola da propriedade. Este tipo de consórcio é realizado a partir da primeira colheita, época em que o sisal está completamente formado, proporcionando um espaço maior para circulação dos animais. O consórcio com caprinos também é muito utilizado, porém deve ser realizado de forma controlada, com cuidado para que o caprino não danifique as folhas do sisal, principalmente aquelas mais tenras. Ao contrário, o consórcio com ovinos, pode ser realizado no primeiro ano, sem grandes danos à cultura, em virtude desses animais serem mais seletivos. Como o agaveicultor tem forte vinculação

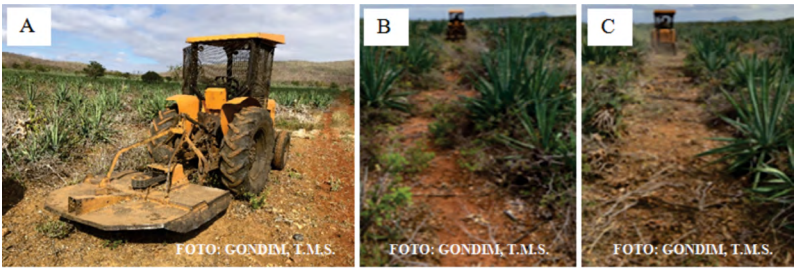
com a pecuária, após a realização das primeiras colheitas do sisal poderá ser plantado o capim buffel entre as fileiras do sisal, objetivando maior suporte forrageiro da lavoura para a pecuária (SILVA et al., 2008).

2.5 Tratos Culturais

2.5.1 Capinas ou Roço

O sisal é bastante sensível à concorrência das plantas invasoras, especialmente, nos dois primeiros anos; por isso, elas devem ser eliminadas mediante os tratos culturais para as culturas consorciadas, ou pelos animais que se alimentarão da vegetação nativa entre as fileiras do sisal. Caso o consórcio não seja realizado, deverão ser realizadas duas a três capinas no primeiro ano, dependendo da incidência das invasoras, e uma ou duas capinas no segundo ano. As capinas deverão ser realizadas no início e no final da estação chuvosa, utilizando-se cultivador à tração animal ou uma grade leve tracionada por trator quando o espaçamento entre fileiras permitir. A partir do terceiro ano, logo após a colheita, recomenda-se o roço manual ou tratorizado uma ou duas vezes ao ano, para evitar danos às folhas do sisal (SERRA; SILVA, 1952; SILVA et al., 2006; SILVA et al., 2008). Na Fazenda Mandacaru, município de Santaluz, BA, a roçagem é feita com roçadeira tratorizada (Figura 4).

Figura 4 – Operação de roçagem da lavoura de sisal: (A) Detalhe da roçadeira acoplada ao trator com a cabine adaptada (inversão da direção) para proteção do operador e para melhorar a visualização das entrelinhas do sisal; (B) antes e (C) depois da operação de roçagem. Fazenda Mandacaru, município de Santaluz, BA.



2.5.2 Erradicação dos Rebentos

Os filhotes ou rebentos se desenvolvem através da assimilação de substâncias nutritivas elaboradas pela planta-mãe. Para evitar o carreamento dessas substâncias em atividades não produtivas, é conveniente a erradicação sistemática dos filhotes, o que deve ocorrer sempre após o corte das folhas para o desfibramento. Esta prática é importante porque o crescimento desordenado dos filhotes acarreta problemas na lavoura, por dificultarem a circulação dos trabalhadores nas operações de capinas, de colheita e do transporte das folhas (SILVA et al., 2008).

2.5.3 Condução da lavoura para permanecer produtiva por longo tempo

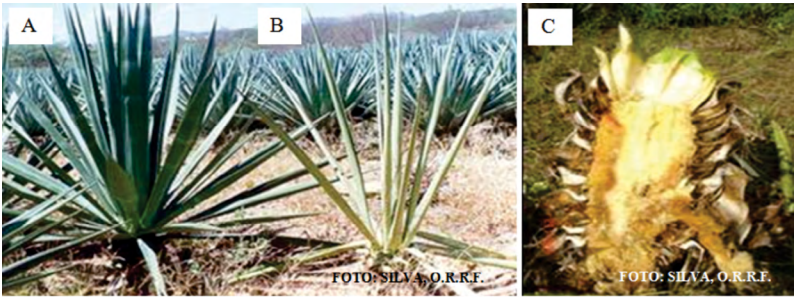
O ciclo produtivo de uma planta de sisal varia, em média, de 8 a 10 anos. Para manter a lavoura produtiva por mais tempo recomenda-se deixar um ou dois filhotes (rebentos) a partir da terceira, ou da quarta colheita, que estejam no mesmo alinhamento da fileira para substituir a planta-mãe (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2006; SILVA; BELTRÃO, 1999).

2.6 Doenças

O sisal pode ser afetado por várias doenças, embora algumas características morfológicas da planta, como à espessura da cutícula e a camada de cera, lhe confira uma barreira natural à penetração de microrganismos patogênicos (BOCK, 1965). No Brasil, no entanto, poucas são as doenças da parte aérea que podem ocasionar dano econômico a lavoura de sisal, sendo relatadas apenas duas enfermidades: a antracnose e a podridão vermelha do tronco. A antracnose é uma doença causada pelo fungo *Colletotrichum agaves* (MEDINA, 1954), que não se constitui um problema de importância econômica; e a podridão vermelha do tronco, ou simplesmente podridão do tronco do sisal (LIMA et al., 1998) que afeta os sisalais brasileiros desde 1970 nas principais áreas produtoras dos estados da Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte, e que vêm atingido níveis críticos de epizootia a partir de 1998. A incidência da doença varia entre as regiões de cultivo; em algumas, não ultrapassa 5% da área plantada e, em outras, pode alcançar 40% de intensidade (ALVES et al., 2005). As folhas das plantas infectadas pela podridão do tronco não se prestam para o desfibramento e as plantas sintomáticas morrem com o progresso da doença.

Pelo menos três fungos já foram relatados causando podridões no tronco do sisal: *Pythium aphanidermatum*, *Lasiodiplodia theobromae* e *Aspergillus niger* (WALLACE; DIEKMAHNS, 1952; BOCK, 1965; LIMA et al., 1998; IKITOO; KHAYRALLAH, 2001). Esses fungos são classificados como necrotróficos e patógenos fracos por dependerem de lesões de origem mecânica ou fisiológica e de condições ambientais adversas capazes de estressar o hospedeiro e assim iniciar o processo de infecção. No Brasil, os principais agentes etiológicos causadores da podridão do tronco são os fungos, *L. theobromae* (LIMA et al., 1998) e *A. niger* (COUTINHO et al., 2006). *Aspergillus niger*, recentemente identificado como agente causal da podridão do tronco por Coutinho et al. (2006), pode ser considerado o mais importante patógeno associado a essa doença, tanto pela alta frequência de ocorrência, quanto pela severidade dos sintomas observados no hospedeiro (LOCK, 1962). Os principais sintomas da doença são o escurecimento dos tecidos internos do tronco cujas áreas afetadas variam da coloração cinza-escuro ao rosa-pálido e se estendem da base das folhas à base do tronco da planta (LIMA et al.,1998). Em plantas com estádios avançados da doença, as folhas se tornam amareladas e o tronco completamente apodrecido (Figura 5 – A, B e C). As plantas de sisal infectadas pela doença vão definhando até a morte, em função do apodrecimento causado pela colonização do(s) agente(s) etiológico(s) (BOCK, 1965). A podridão do tronco afeta plantas de sisal em todos os estádios de desenvolvimento, desde rebentos a plantas no final do ciclo.

Figura 5 – Planta de sisal sadia (A), com sintomas da podridão na parte aérea (B) e detalhe do estabelecimento da doença no tronco, em corte longitudinal (C)



Os fungos relatados até o momento como causadores de podridões no tronco de sisal não penetram diretamente nos tecidos e se beneficiam de injúrias ocasionadas ao hospedeiro por fatores diversos (WALLACE; DIEKMAHNS, 1952; LOCK, 1962; LIMA et al., 1998). O desenvolvimento dos patógenos necessitam, portanto, de lesões de origem mecânica ou fisiológica (estresse hídrico e nutricional); ferimentos causados na base das folhas por ocasião do corte para o desfibramento e aqueles causados abaixo da superfície do solo por instrumentos utilizados para realização de tratos culturais, como capinas, desbaste de touceiras ou mesmo a retirada de filhotes (rebentos) da planta-mãe para implantação de novos campos ou renovação de áreas.

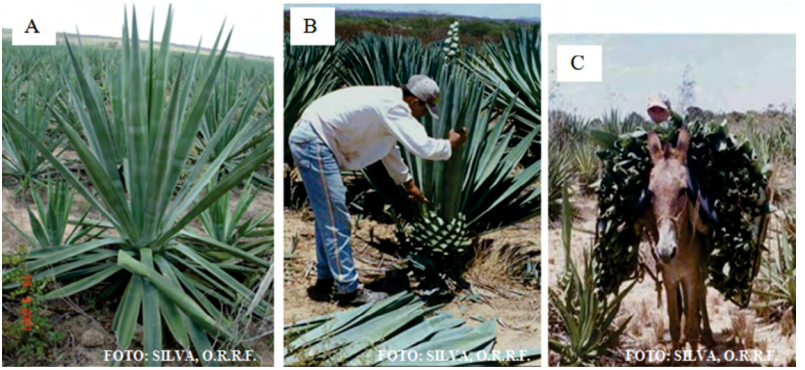
A podridão do tronco é de difícil controle porque não existem medidas de caráter curativo. Entretanto, algumas medidas preventivas podem ser implementadas no manejo da doença: arrancar e queimar as plantas com sintomas da doença; plantar filhotes (rebentos) provenientes de campos sadios para implantação de novos áreas; utilizar o resíduo do desfibramento como cobertura do solo para elevar o nível de matéria orgânica e aumentar a competitividade da microflora do solo; controlar o números de rebentos para reduzir a competição entre plantas e o corte racional das folhas na sua colheita, bem como desinfetar o instrumento de corte utilizado na colheita das folhas (COUTINHO et al., 2006).

2.7 Colheita e transporte

O primeiro corte é realizado aos três ou quatro anos após o plantio, período em que a planta de sisal está plenamente formada e apresenta o tronco com diâmetro vigoroso e folhas bem desenvolvidas (Figura 6 - A). A primeira etapa do processo de colheita do sisal consiste no corte periódico de determinado número de folhas da planta, através de instrumentos adequados (Figura 6 - B). No cultivo do sisal comum (*A. sisalana*), o ciclo varia de 8 a 10 anos. No primeiro corte, podem ser colhidas 50-60 folhas, das quais 30-40% são folhas curtas, impróprias para a cordoaria e nas colheitas subsequentes, são retiradas cerca de 30 folhas (MEDINA, 1954; SILVA et al., 2008). Para o sisal híbrido 11648, que tem ciclo de cultivo semelhante ao de *A. sisalana*, o primeiro corte é realizado aos quatro anos, podendo ser colhidas cerca de 110 folhas/planta e nas colheitas subsequentes são retiradas 50 a 70 folhas/planta. Em condições normais de colheita, recomenda-se deixar 7 a 9 folhas após o corte do sisal comum (*A. sisalana*)

e 9 a 12 folhas no híbrido 11648 (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2006; SILVA; BELTRÃO, 1999).

Figura 6 – Planta adequada para a colheita das folhas (A); corte das folhas (B) e transporte dos feixes de folhas (C)



A distância entre os locais de colheita das folhas e do desfibramento do sisal deve ser a menor possível, para agilizar o serviço e evitar o desgaste dos animais utilizados no transporte. Na região sisaleira do Nordeste brasileiro, esta operação é realizada, habitualmente, com auxílio de asininos e muares (Figura 6 - C), dispondo-se as folhas colhidas sobre cangalhas com cambitos (gancho tipo V, de madeira) em seu dorso. Um animal pode transportar em torno de 130 kg a 180 kg (SILVA et al., 2008).

3 BENEFICIAMENTO

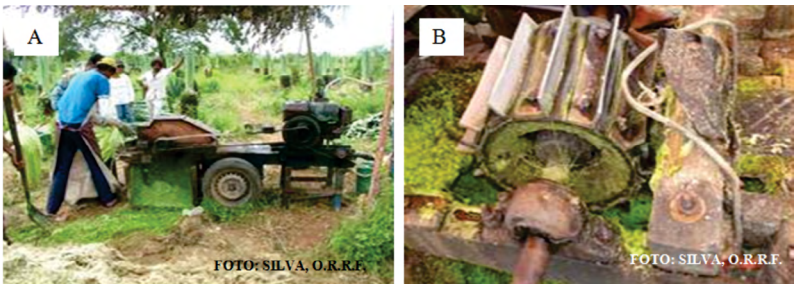
3.1 Desfibramento

O desfibramento do sisal consiste na separação das fibras da polpa mediante a raspagem mecânica da folha, através de um rotor com raspadores acionados por um motor diesel, ou elétrico. A principal máquina desfibradora de folhas de sisal do Nordeste é regionalmente conhecida por “motor de agave” ou “máquina Paraibana” (Figura 7), que desfibra em torno de 150 kg a 200 kg de fibra seca em um turno de 10 horas de trabalho envolvendo até sete pessoas para manuseá-la e desperdiçando em média 20% da

fibra (ALVES et al., 2005). A rusticidade da máquina exige grande esforço do operador (puxador) que poderá ser uma ou duas pessoas. Em operação normal, desfibram-se, em média, 20 a 30 folhas por minuto, ou 1.200 a 1.800 folhas por hora. A fadiga, aliada à falta de segurança da máquina, expõe os operadores a constantes riscos de acidentes, o que constitui um dos principais problemas da máquina e da operação propriamente dita (SILVA; BELTRÃO, 1999).

Por iniciativa do próprio puxador e para evitar acidentes no desfibramento da folha, algumas máquinas Paraibanas são dotadas de uma caixa protetora do rotor (capuz) com a boca mais prolongada (Figura 7 - A) ou, então, pela colocação de um pedaço de madeira (cêpo) na boca da máquina (Figura 7 - B) para evitar que a mão do operador entre em contato com o rotor desfibrador e assim, provoque acidentes (SILVA et al., 2008).

Figura 7 – Desfibradora de sisal motor de agave ou máquina "Paraibana"; detalhe da boca estendida (A) e da madeira ou cêpo colocado próximo ao rotor (B)



As pessoas envolvidas no desfibramento com a máquina paraibana são:

1) *Cortador*: colhe as folhas das plantas, cortando-as com um instrumento apropriado denominado foice; o número de pessoas envolvidas nesta atividade pode variar de uma a três;
2) *Enfeixador*: amarra as folhas em forma de feixes que serão transportados até a máquina de desfibramento;
3) *Cambiteiro*: recolhe os feixes e os transporta até a máquina, no dorso de asininos ou muares;

4) *Puxador*: é o responsável pela operacionalização da máquina; esta atividade envolve uma ou duas pessoas, dependendo da região produtora;
5) *Fibreiro ou banqueiro*: responsável pelo abastecimento da máquina com as folhas e pelo recolhimento e pesagem das fibras úmidas; esta atividade poderá ser realizada por uma ou duas pessoas;
6) *Bagaceiro*: retira da máquina os resíduos do desfibramento. Esta atividade pode envolver uma ou duas pessoas;
7) *Estendedor de fibra*: transporta e distribui as fibras para secagem e armazenamento. Para obtenção de uma fibra de melhor qualidade, também realiza a lavagem.

Ao longo dos últimos anos, diversas iniciativas apoiadas por instituições privadas e governamentais têm sido adotadas visando desenvolver máquinas desfibradoras com maior produtividade e eficiência. No município de Nova Floresta, PB, por exemplo, o mecânico José Faustino idealizou uma máquina automática de desfibramento, que pode ser itinerante ou estacionária, com mecânica baseada no princípio das máquinas Corona, de fabricação alemã. O primeiro protótipo foi confeccionado com o apoio da Embrapa Algodão e da Brasil Cordas S.A. (BRASCORDA), na década de 80 e se mostrou bastante promissor. Atualmente, esta máquina melhorada, encontra-se na sua sétima geração.

Na fazenda Mandacaru de propriedade da Companhia de Sisal do Brasil (COSIBRA), em Santa Luz, BA, existem duas máquinas itinerantes desse tipo, que foram adaptadas na própria fazenda para serem acionadas por motores elétricos (Figura 8).

Figura 8 – Máquina de desfibramento automático de folhas de sisal pertencente à Fazenda Mandacaru de propriedade da Companhia de Sisal do Brasil (COSIBRA): (A) Conjunto móvel desfibrador das folhas de sisal com gerador, máquina e trator para deslocamento ao longo do carreador; (B e C) abastecimento das folhas de sisal na plataforma da embocadura de abastecimento na máquina; (D) fibra úmida e resíduo do desfibramento deixado em cada estação de funcionamento do conjunto móvel desfibrador. Santaluz, BA, 2018

Basicamente, são constituídas de um chassi, sistema de alimentação e transporte das folhas para o desfibramento, rotores-raspadores com côncavo, sistema de recepção da fibra e dos resíduos. Esse maquinário encontra-se fixado a um reboque com eixo e duas rodas pneumáticas. O deslocamento da máquina na lavoura é feita por um trator de potência média. Para o acionamento dos motores elétricos dos rotores do desfibramento utiliza-se um motor a diesel com gerador elétrico de 180 kwa, montado sobre um reboque de dois eixos tracionado por trator de potência média. Esta potência é necessária para o acionamento do menor rotor de 40 cv, que desfibra a

ponta da folha, o rotor maior de 50 cv, que desfibra a base da folha, e o motor "da torre" que aciona o deslocamento das folhas para os rotores de 7 cv.

Na Fazenda Mandacaru, os sisalais são cultivados em uma área de cerca de 4.000 ha, dividida em talhões e carreadores (Figura 9), os quais possibilitam maior facilidade de deslocamento da máquina desfibradora.

A operação de desfibramento do sisal ocorre após o corte manual e transporte das folhas por meio asininos ou muares até um ponto estratégico do carreador do talhão, onde a máquina encontra-se estacionada. O desfibramento se inicia com a colocação das folhas em uma plataforma, dispostas com a base em única posição no sistema de alimentação, que por meio de uma corda sintética prende as folhas e as leva ao primeiro rotor, que desfibra a parte basal da folha (40%); em seguida, as folhas continuam a trajetória, em direção ao segundo rotor, a fim de completar o desfibramento. A fibra que está sobre a corda é conduzida para a recepção.

Figura 9 - Detalhe dos talhões e carreadores nos sisalais da Fazenda Mandacaru, Companhia de Sisal do Brasil (COSIBRA). Santaluz, BA, 2018

Fonte: Google Maps. Link: https://earth.app.goo.gl/CXnFKV.

A capacidade operacional da máquina durante cinco dias de trabalho por semana é de 25 toneladas de fibra úmida ou aproximadamente 10 toneladas de fibra seca. Para o funcionamento da máquina e a realização de

todas as operações envolvidas na colheita e no desfibramento é necessária a participação de 35 pessoas.

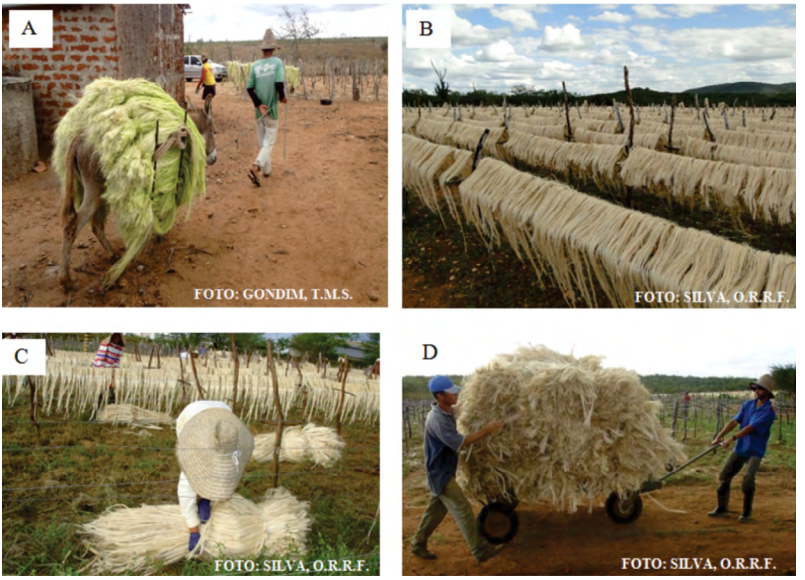
Outra opção de máquina de desfibramento é a "Faustino VII". Trata-se de um equipamento de grande porte, custo elevado, de fácil deslocamento (motor próprio para movimentação na área) e que se adéqua a grandes e/ou pequenas áreas de produção. Essa máquina pode ser utilizada, também, em áreas de plantio divididas por talhões e ruas de acesso, como aquelas mencionadas na Fazenda Mandacaru.

Nas pequenas propriedades rurais a utilização dessas máquinas pode ser efetuada de maneira associativa pelos agricultores localizados na mesma comunidade. Assim, em cada propriedade sisaleira pode-se trabalhar um dia por semana, que supera o rendimento de extração da fibra obtida com a máquina "Paraibana" durante uma semana de funcionamento. Este tipo de associação para manuseio da desfibradora possibilita aos agricultores, o aproveitamento dos subprodutos da folha do sisal, como a mucilagem, a bucha e até o suco. Por fim, merece destaque a segurança oferecida por essas máquinas aos operadores por evitar possíveis acidentes durante o processo de desfibramento.

3.2 Secagem da Fibra

Após o término da jornada diária do desfibramento, a fibra obtida é transportada para o local de secagem, constituída por varais ou estaleiros de arame de configuração triangular (Figura 10), que permitem ampla exposição da fibra ao sol e a livre circulação de ar entre as fibras, evitando a absorção de impurezas pelas mesmas. O período de exposição da fibra ao sol deverá ser de no máximo 10 horas, pois se este período for ultrapassado, os raios solares poderão produzir amarelecimento, depreciando o produto (SILVA et al., 2008; SILVA; BELTRÃO, 1999).

Figura 10 – Processo de secagem da fibra de sisal: (A) transporte, com asinino, da fibra úmida da máquina para o estaleiro; (B) fibras estendidas sobre o estaleiro de arame de configuração triangular; (C) enfeixamento de fibras após secagem; e (D) transporte dos feixes de fibras secas para o galpão de beneficiamento



As fibras destinadas à exportação são colocadas em tanques para lavagem com água, onde permanecem submersas durante a noite (10 a 12 horas) para limpeza e desprendimento dos resíduos da mucilagem péctica e da seiva clorofílica. No dia seguinte, ao amanhecer, as fibras são colocadas para secar, conforme anteriormente descrito.

Para uma melhor secagem, recomenda-se revirar a fibra por uma ou duas vezes e, em seguida, arranjá-las em pequenas manocas (pequenos feixes) amarradas pela parte mais espessa e armazená-las sem dobrar as fibras em depósito limpo e seco (SILVA et al., 2008).

3.3 Limpeza da Fibra

Após a secagem, as fibras com umidade máxima de 13,5% são conduzidas à unidade de beneficiamento, sendo submetidas ao batimento em máquinas denominadas de "batedeiras" (Figura 11), que são dotadas de um tambor rotativo de aproximadamente 0,6 m de diâmetro e de seis lâminas planas de 5 cm de largura, protegidas por uma capa metálica, que gira no sentido inverso ao das desfibradoras. A velocidade de giro do tambor é de 200 rpm; um operador segura na extremidade mais espessa da manoca e a introduz na boca da máquina para proceder à limpeza, através do batimento das lâminas sobre as fibras, em uma extensão de 70% do comprimento. Em seguida, inverte-se a posição para completar a limpeza da outra extremidade, operação em que geralmente se perde entre 2 a 3% do peso original da fibra, dependendo do seu grau de raspagem no processo do desfibramento, eliminando o resíduo parenquimatoso, em forma de pó e fibras curtas. O pó pode ser aproveitado como adubo orgânico e até mesmo em misturas para ração animal, enquanto a bucha pode ser utilizada na construção civil, na colocação e suporte de gesso, como celulose para produção de papéis, estofados e como componente de polímeros para uso doméstico e até mesmo para a indústria automobilística (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2006; SILVA; BELTRÃO, 1999).

Figura 11 – Beneficiamento da fibra de sisal: (A) operação de batimento da fibra; e (B) detalhe de batedeira da fibra de sisal

3.4 Seleção e Classificação da Fibra

Após o batimento, as fibras são selecionadas de acordo com os padrões de classificação vigentes no Brasil, segundo Portarias do Ministério de

Agricultura e Abastecimento, tendo como base a classe (comprimento) e o tipo (qualidade) da fibra (BRASIL, 1987; 1989).

A fibra beneficiada de sisal é classificada, segundo a Portaria n° 71, de 16 de março de 1993, quanto à classe em longa (comprimento acima de 0,90 m), média (comprimento entre 0,71 e 0,90 m) e curta (comprimento entre 0,60 e 0,70 m), e quanto ao tipo em Tipo Superior, Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3, abaixo discriminados:

- **Tipo superior**: Material constituído de fibras lavadas, secadas e bem batidas ou escovadas, de coloração creme-claro, em ótimo estado de maturação, com maciez, brilho e resistência bem acentuados, umidade máxima de 13,5%, bem soltas e desembaraçadas, isentas de impurezas, de substâncias pécticas, de entrançamentos e nós, fragmentos de folhas e cascas, e de quaisquer outros defeitos;
- **Tipo 1**: Constituído de fibras secas e bem batidas ou escovadas, de coloração creme-claro ou amarelada, em ótimo estado de maturação, com maciez, brilho e resistência normais, manchas com pequena variação em relação à cor, umidade máxima de 13,5%, soltas e desembaraçadas, isentas de impurezas, substâncias pécticas, entrançamentos e nós, fragmento de folhas e cascas, e de quaisquer outros defeitos;
- **Tipo 2**: Constituído de fibras secas e bem batidas ou escovadas, de coloração amarelada ou pardacenta, com pequenas extensões esverdeadas, em bom estado de maturação, com brilho e resistência normais, ligeiramente ásperas, umidade máxima de 13,5%, soltas e desembaraçadas, isentas de impurezas, entrançamentos, nós e cascas;
- **Tipo 3**: Constituído de fibras secas e bem batidas ou escovadas, de coloração amarelada, com parte de tonalidade esverdeada, pardacenta ou avermelhada, em bom estado de maturação, com brilho e resistência normais, ásperas, manchas com variação bem acentuadas em relação à cor, umidade máxima de 13,5%, soltas e desembaraçadas, isentas de impurezas, entrançamentos, nós e cascas.

A fibra bruta de sisal é classificada, segundo a Portaria nº 211, de 21 de abril de 1975, em quatro classes: Extra longa – EL (comprimento acima de 1,10m), Longa – L (comprimento acima 0,90 até 1,10m), Média – M (comprimento acima de 0,70 até 0,90m) e Curta – C (comprimento de 0,60 até 0,70 m), e em dois tipos (A e B), abaixo discriminados:

- **Tipo A**: Constituído de fibras com perfeito desfibramento, lavadas, brilho, natural, cor creme claro, uniforme, secas, com grau de umidade

de 13,5%, com quantidades normais de fragmentos de polpa aderentes aos feixes fibrosos, rigorosamente selecionados quanto à classe e que, depois de submetidas ao processo de escovamento ou batimento, em condições normais (adequada armazenamento e tempo hábil), se enquadrem no Tipo Superior e/ou Tipo 1 das especificações aprovadas pela resolução do Concrex.

– **Tipo B**: Constituído de fibras com perfeito desfibramento, brilho natural, cor creme-claro ou amarelada, secas, com grau de umidade que não exceda de 13,5%, com quantidades normais de fragmentos da polpa, aderentes aos feixes fibrosos, rigorosamente selecionadas quanto à classe e que, depois de submetidas ao processo de escovamento ou batimento, em condições normais (adequado armazenamento e em tempo hábil), e enquadrem no Tipo 1 e/ou no Tipo 2 das especificações aprovadas pela resolução do Concrex.

3.5 Enfardamento

Depois de escovada e classificada, a fibra é acondicionada em fardos para o seu transporte até a indústria de fiação. Os fardos são preparados em prensas mecânicas ou hidráulicas, dotadas de caixões de dimensões médias de 150 x 50 x 70 cm, podendo variar entre 200-250 kg (Figura 12).

Figura 12 – Prensa hidráulica para enfardamento da fibra de sisal: (A) fardos de fibra no interior da prensa; (B) fardos de fibra de sisal, identificados e prontos para exportação

Na faixa de tecido, sobre o fardo, devem conter as seguintes informações, em caracteres perfeitamente legíveis: produto, safra, lote, número do fardo, nome da prensa, classe, tipo, peso bruto, local de prensagem, cidade, unidade federativa e data da prensagem (BRASIL, 1989).

3.6 Demanda de pessoas para o batimento, seleção e enfardamento da fibra

A capacidade de beneficiamento de uma batedeira é de 25 toneladas de fibra por uma semana de trabalho, envolvendo três pessoas para o transporte, abertura dos fardos e organização das manocas. Para abastecer a batedeira são utilizadas duas pessoas, que trabalham, em revezamento, no batimento da fibra. A seleção e organização das fibras batidas são feitas por duas pessoas, como também, o transporte da fibra e o abastecimento da prensa. Já o enfardamento com a amarração do fardo e sua identificação com o respectivo peso é realizado por mais duas pessoas, totalizando 11 pessoas ao final da operação. Ressalta-se que as atividades de seleção e organização das fibras, normalmente, são realizadas por mulheres (SILVA; BELTRÃO, 1999).

4 COMERCIALIZAÇÃO

Na região sisaleira do Brasil, a comercialização da fibra é realizada por uma cadeia de intermediários, desde o processamento (desfibramento, batimento e enfardamento) até a comercialização. Geralmente, o produtor negocia sua lavoura com o proprietário do motor (desfibrador) que, por sua vez, estabelece uma relação financeira com o intermediário. Este financia todas as despesas com mão de obra para desfibramento (combustível, manutenção e transporte do equipamento), em troca do compromisso de entrega da fibra bruta. O intermediário poderá ser o agente de compra que comercializa a fibra bruta ou aquele que beneficia em sua batedeira para depois entregá-la à indústria de fiação ou ao exportador. Uma alternativa viável para o produtor consiste na organização de grupos de agricultores em cooperativas ou associações e, nelas, proceder ao beneficiamento da fibra (batimento) e a sua comercialização, e desta forma obter melhores preços em função do volume e constância de entrega da produção (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2006; SILVA; BELTRÃO, 1999).

5 RENOVAÇÃO DO CAMPO DE SISAL

De modo geral, uma planta de sisal poderá produzir durante 8 a 10 anos; entretanto, existem campos produtivos com mais de 20 ou 30 anos. O agricultor renova o campo naturalmente, deixando um ou dois filhotes (rebentos) vigorosos, a partir da terceira, ou da quarta colheita e que estejam no mesmo alinhamento da fileira para substituir a planta-mãe. Aconselha-se a erradicação total do campo quando este se tornar pouco produtivo, com plantas de pequeno porte, folhas curtas ou quando cerca de 70% das plantas emitirem pendão floral. Nesta circunstância, sugere-se o corte total das folhas até a vela para, posteriormente, proceder à erradicação do sisal através de um trator de esteira ou trator de pneus equipados com lâmina frontal. Outra forma econômica de realizar o arranquio é através do conjunto trator + arado, desde que se retire o disco da frente do arado e se conduza o trator sob a linha da agave, sendo o amontoamento realizado de forma manual (SILVA et al., 2008; SILVA; BELTRÃO, 1999).

A utilização das máquinas itinerantes, a exemplo da máquina desfibradora de sisal modelo "Faustino VII", que se desloca com seu próprio motor, exige uma configuração de plantio dos novos sisalais ou a renovação dos campos antigos, em talhões de um a dois hectares separados por carreadores para trânsito da máquina desfibradora.

6 APROVEITAMENTO DA FIBRA NO ARTESANATO

Após o batimento da fibra, esta poderá ser aproveitada para a confecção do artesanato, que é uma das maneiras de se agregar valor ao produto colhido. Muitos agricultores fabricam cordas de forma artesanal, para atender às demandas de pequenos armazéns e mercearias, que as comercializam com a finalidade de oferecer suporte para redes ou para delimitar áreas destinadas à realização de eventos. A maior parte do artesanato, no entanto, é feita pelas comunidades de agricultores, que se unem em torno de uma associação ou cooperativa, onde recebem capacitações para melhoria da qualidade das peças manufaturadas e das relações humanas, comercializando produtos de qualidade, com forte apelo natural e artesanal. A manufatura das peças tem início com a confecção de cordas finas e delicadas que dão origem a bonecos estilizados, chapéus, bolsas, luminárias, bandejas, porta-

-guardanapos, porta-revistas e outros artigos de decoração (SILVA et al., 2006; SILVA et al., 2008).

7 APROVEITAMENTO DA FIBRA NA INDÚSTRIA

A fibra é industrializada e convertida em fios, barbantes, cordas, tapetes e mantas. A fibra de sisal pode ser também utilizada na fabricação de pasta celulósica, empregada na fabricação do papel Kraft, de alta resistência, e de outros tipos de papéis finos. Além dessas aplicações, a fibra de sisal pode ser empregada na indústria automotiva, de móveis e eletrodomésticos, na mistura com polipropileno e na construção civil. Apesar de todas essas aplicações, a principal utilização da fibra do sisal é a fabricação de fios agrícolas (Twines). O principal fio agrícola produzido a partir da fibra de sisal, o "Baler Twine", é utilizado para amarração de fardos de feno de cereais (alfafa, palhada de aveia, trigo, centeio etc.) nos Estados Unidos da América, Canadá, Europa e, mais recentemente, no Brasil (SILVA et al., 2006).

7.1 Produção do Fio (Baler Twine)

Segundo Wright (1985), o processo para a produção do "Baler Twine", se inicia nas máquinas Goods (Figura 13 - A), em número de quatro, com a finalidade de pentear, estirar e arrumar as fibras por meio de esteiras dotadas de agulhas formando mechas com fibras paralelizadas, arrumadas em forma de rolo padronizado e regular, medindo aproximadamente 150 m de comprimento e peso ao redor de 90 kg.

Figura 13 – Confecção de fios de sisal: (A) máquina good para a formação de mechas; (B) passadeira para a formação de mechas mais finas e regulares; (C) fiadeira para a confecção do fio e (D) bobinas com fios

A seguir, os rolos alimentam as "passadeiras", em número de quatro, que têm a função de aumentar a "estiragem" das fibras, por meio de engrenagens para tornar as mechas de fibra ainda mais padronizadas e regulares. Da quarta e última passadeira, obtêm-se a produção de mechas bem regulares em tambores individuais com peso de 40 kg (Figura 13 - B), prontas para alimentar a segunda etapa do processo, que é o de "fiação" (SOUZA et al., 1999).

As fiadeiras são máquinas compostas por gaiola de alimentação, camada de agulhas, cilindro draft para a estiragem e torção, conjunto de fusos e secção de bancadas (Figura 13 - C). O "tamanho" de cada fiadeira é determinado pelo seu conjunto de fusos, sendo a de 24 fusos a mais usual para produzir o Baler Twine (SOUZA et al., 1999).

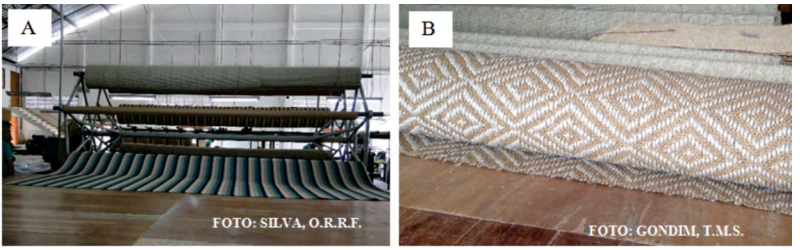
Na seção de bancadas localizam-se os carretéis, que recebem os fios do cilindro draft e os conduz às bobinadeiras, que são máquinas destinadas ao enrolamento dos fios em forma de bobinas (Figura 13 - D). Para a embalagem sempre se utiliza um saco de papel composto de várias camadas para proteção e especificação do produto (SILVA; BELTRÃO, 1999).

Portanto, as máquinas necessárias para a fabricação de fios são as seguintes: quatro máquinas Goods, quatro passadeiras, uma fiadeira e uma rebobinadeira. Para a fabricação de cordas, é necessário mais uma máquina para a junção e torção dos fios.

7.2 Produção de Tapetes

Os tapetes de fios de sisal (Figura 14) são manufaturados de alto apelo ecológico desenvolvidos na Europa, Estados Unidos e Brasil. Esses tapetes são instalados em diversos tipos de ambientes, desde os mais rústicos até os escritórios sofisticados de grandes e modernas empresas. Para a sua confecção são necessários à utilização de fios muito finos e compridos, características de qualidade somente obtida com fibras de comprimento longo (em torno de 1,10m) e de alto grau de limpeza. Apesar de ser um setor em crescimento, a quantidade de sisal utilizada na fabricação de tapetes, ainda, é pequena se comparado a quantidade normalmente utilizada pela indústria de fios agrícolas (SILVA; BELTRÃO, 1999). Para a fabricação do tapete é necessário o mesmo número de máquinas para a produção dos fios, além dos seguintes itens: um tear com gaiola dos rolos para confecção do tapete, uma secção de tinturaria para o tingimento das fibras, uma sessão de análise e qualidade do produto e outra de acabamento e acondicionamento do tapete.

Figura 14 – Tapetes confeccionados com fibra de sisal pela fábrica da APAEB. Valente, BA



8 APROVEITAMENTO DA FIBRA PARA OUTROS FINS

As fibras naturais, como as do sisal, são constituídas basicamente de celulose, hemicelulose e lignina; por essa razão, são chamadas de polímeros naturais. Apresentam constituição e propriedades semelhantes às dos plásticos sintéticos, podendo substituir esses polímeros parcial ou totalmente, após modificação química, que consiste no tratamento da superfície da fibra para melhorar a compatibilidade fibra-plástico, a estabilidade dimensional, a baixa temperatura de degradação, a temperatura de processamento e a resistência à degradação biológica (MATTOSO et al., 1999). É importante destacar que as fibras naturais apresentam um módulo de elasticidade maior do que o do aço, isto é, extremamente importante para a indústria automotiva, que sempre visa à redução de peso em seus veículos aliados ao seu ciclo de vida quanto à reciclagem.

Compósitos reforçados com fibras naturais são muito melhores do que as fibras inorgânicas e minerais, como a fibra de vidro, e destacam-se pelo menor consumo de energia e menor toxicidade aos operários e aos consumidores. O potencial de consumo das fibras naturais é de 40 mil toneladas por ano para a indústria automotiva, ou seja, de 20 kg de fibra por veículo (LEÃO et al., 2006). Portanto, a fibra do sisal pode ser utilizada de maneira satisfatória no reforço de peças plásticas na indústria automobilística, como das seguintes peças, tendo como exemplo as peças em um caminhão: peças de revestimento interno da cabine (teto, parede traseira e portas), peças de apoio à cabeça e encosto de banco, para-sol externo, painel de instrumentos, bolsa de ferramentas, encapsulamento da cabine e do motor e para-choque. Outro exemplo de grande aplicação da fibra é a aplicação nas mantas de isolamento termoacústico do motor e nas partes internas dos bancos de assento (MATTOSO et al., 1999). Outras aplicações são as mantas flexíveis confeccionadas com cordão de sisal para proteção de taludes de estradas plantados com grama contra a erosão e outros agentes físicos (LEÃO et al., 2006).

9 RESÍDUOS DO DESFIBRAMENTO

9.1 Aproveitamento dos resíduos como adubo

Durante o desfibramento, é recomendável que os resíduos, constituídos da mucilagem, bucha e suco, sejam distribuídos nas laterais de cada fileira de plantas ou entre estas e, depois, espalhados, com o fim de se repor, ao solo, parte dos elementos nutritivos retirados pela planta mantendo-se, assim, a cultura em plena atividade produtiva. Esta prática serve também de cobertura morta, impedindo o crescimento de ervas daninhas na área coberta e reduzindo a necessidade de tratos culturais, além de contribuir para a retenção de água no solo, visto que o protege da incidência direta dos raios solares. Poucos são os produtores que aproveitam os resíduos do desfibramento para recompor parte da fertilidade de suas lavouras de sisal ou, então, como alimento para ruminantes. Quando utilizados como adubo, os resíduos são distribuídos na própria cultura, no momento do desfibramento, nas áreas circunvizinhas ao motor, entre as fileiras do sisal, próximo ao pé da planta (SILVA et al., 2008).

9.2 Aproveitamento da mucilagem como alimento animal

É normal, bovinos, ovinos e caprinos se alimentarem espontaneamente dos resíduos do desfibramento, em estado fresco, mas, quando utilizado como alimento na forma natural, apresenta algumas restrições, pela presença de uma grande quantidade de fibra (bucha) e suco (seiva) que podem causar problemas digestivos aos animais. A mucilagem é composta de 15% a 20% de fibra (bucha) proveniente das perdas no processo de desfibramento; deste modo, quando é utilizada para alimentação animal, ela deverá estar isenta de fibras, uma vez que a sua ingestão poderá ocasionar a oclusão do rúmen do animal que não é capaz de degradar as fibras com sua flora bacteriana, causando o timpanismo (FIGUEIREDO, 1974; PAIVA, 1986, BANDEIRA; SILVA, 2006). É de natureza ácida, apresentando pH entre 4,8 a 5,2 e, quimicamente, é composta por saponina (hecogenina), carboidratos (monossacarídios, hemicelulose e celulose), pectina, ácidos orgânicos (málico, cítrico e oxálico), clorofila, caroteno e lignina (GOHL, 1975).

A literatura traz vários estudos que comprovam a viabilidade da mucilagem como componente da ração animal, porém é de fundamental importância se conhecer a composição química visando fornecer aos animais

uma ração equilibrada (LAKSESVELA; SAID, 1970; FIGUEIREDO, 1974; GOHL, 1975; PRIEGO et al., 1979; HARRISON, 1984; PAIVA, 1986; SILVA; BELTRÃO, 1999; SOUSA et al., 2008). Por outro lado, a mucilagem fresca se deteriora rapidamente, razão por que se aconselha que seja ensilada na forma de meda sobre o solo, coberta com toldo ou, então, em silos tipo trincheira. É necessário que se faça a compressão do material ensilado, com vistas a expulsar o ar contido na massa e na temperatura ambiente das regiões semiáridas; 10 dias são suficientes para se completar o processo de fermentação (HARRISON, 1984; PAIVA, 1986; LAKSESVELA; SAID, 1970).

Para se utilizar os resíduos de sisal como componente da ração animal, é oportuno separar a bucha da mucilagem e, neste sentido, a Embrapa Algodão desenvolveu uma peneira rotativa de acionamento manual (Figura 15), semelhante a uma gaiola giratória, de concepção simples, baixo custo e eficiente na separação da bucha da mucilagem, possibilitando o seu aproveitamento na alimentação controlada de animais nos períodos de seca prolongada e escassez de pasto, sem os riscos de mortalidade dos animais, por problemas de timpanismo (BANDEIRA; SILVA, 2006; SILVA et al., 1998).

Figura 15 – Peneira rotativa utilizada para separar a bucha da mucilagem do sisal

9.3 Aproveitamento do suco de sisal contra patógenos e pragas de importância médica, veterinária e agrícola

O efeito tóxico do extrato do sisal contra moluscos, ácaros, insetos e helmintos é bastante conhecido. Além disso, a ampla diversidade química das saponinas tem favorecido o crescimento do interesse na investigação desses compostos, especialmente, quanto às suas atividades farmacológicas e inseticidas (SILVEIRA, 2008; DOMINGUES, 2008). As saponinas contidas no extrato aquoso de *Agave decipiens* Baker, demonstraram atividade moluscicida contra *Biomphalaria alexandrina*, um caracol hospedeiro intermediário de *Schistosoma mansoni* (ABDEL-GAWAD et al., 1999). Efeito tóxico semelhante da saponina presente no extrato do *A. sisalana* contra larvas de 3º instar de *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* também foi avaliado por PIZARRO et al. (1999). Nesse estudo, os autores determinaram concentrações letais de 322 ppm e 183 ppm necessárias para

ocasionar mortalidade de 50% de indivíduos (CL50) da população de *A. aegypti* e *C. quinquefasciatus*, respectivamente.

O extrato bruto de *A. americana*, pulverizado contra o carrapato bovino, *Boophilus microplus*, ocasionou 95% de mortalidade dessa praga e, quando esse extrato foi diluído em óleo, na proporção de 1:1, a mortalidade do carrapato aumentou para 100% (PIZARRO, 1998). O suco de *A. sisalana* nas concentrações de 146,3 mg/mL; 112,5 mg/mL; 86,5 mg/mL; 66,5 mg/mL; 51,1 mg/mL e 39,3mg/mL, administrado via oral para caprinos se mostrou eficiente no tratamento anti-helmíntico (DOMINGUES, 2008). Do mesmo modo, Silveira (2008) avaliando a eclosão de ovos, inibição da alimentação larval e motilidade de adultos de nematoides gastrintestinais (NGI) de ovinos e caprinos, verificou que o percentual de inibições das eclosões variaram de 1,93% a 100% e a inibição do desenvolvimento e da alimentação foi 100% para as concentrações de 75 mg/mL, em 24 horas e para 37 mg/mL e 18 mg/mL, com 48 horas. Estudos recentes, realizados por pesquisadores da Embrapa Algodão utilizando novas técnicas de extração, estabilização e aplicação do extrato dos resíduos do sisal contra pragas do algodão, e da soja e, também, contra o carrapato bovino, demonstraram resultados bastante promissores.

Para a coleta do extrato do sisal em condições de campo, foram desenvolvidos pela Embrapa Algodão: uma prensa hidráulica simples e itinerante de acionamento manual, composta de um chassi com uma roda pneumática e dois braços para uma melhor mobilidade do equipamento (Figura 16 – A); um cilindro depósito em chapa de ferro, dotado de uma grelha na parte inferior (Figura 16 - B); e uma tampa em chapa de ferro, com um macaco hidráulico com capacidade de 8 t, articulada a uma barra, na parte superior (Figura 16 – C). A tampa com o macaco é o dispositivo responsável pela pressão do resíduo para a extração da parte líquida. Abaixo da grelha, anexou-se um dispositivo do tipo funil, com uma tubulação central e com um registro na extremidade para controle e captação do extrato (Figura 16 - D).

Com relação à avaliação da prensa hidráulica de acionamento manual, utilizando-se amostras de resíduos de peso médio de 35 kg para *A. sisalana* e o híbrido 11648 verificaram-se que a prensa obteve maior quantitativo e porcentagem de extrato no *A. sisalana*, enquanto o híbrido apresentou superioridade nos valores de material sólido em peso e em teor de umidade, além do maior tempo de extração do extrato do resíduo, o que demonstra que o híbrido é mais dispendioso para o aproveitamento do seu extrato. Em termos de capacidade de extração do extrato pela prensa, observou-se que,

com o *Agave sisalana*, foi possível obter 106,0 L por hora de trabalho efetivo, ou 850,0 L em um turno de trabalho diário. Já com o Agave híbrido, esses valores situaram-se em 80,0 L por hora e 650 L por dia trabalhado.

Figura 16 – Prensa extratora do suco de sisal: (A) Prensa hidráulica itinerante de acionamento manual; (B) prensa abastecida com resíduo do desfibramento; (C) acionamento da prensa para extração do suco de sisal e (D) suco de sisal

10 APROVEITAMENTO DO TRONCO DO SISAL PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A exploração da cultura do sisal apenas para obtenção da fibra, em geral, se constituí em uma atividade pouco rentável e por isso, recomenda-se que o sisal seja cultivado em associação com outras espécies vegetais ou com a pecuária. Nesse sentido é bastante comum encontrar caprinos, ovinos e bovinos dentro das lavouras de sisal, alimentando-se de gramíneas e outros vegetais nativos. Essa prática é importante porque os animais ao se alimentarem do mato realizam o trabalho de limpeza da lavoura. Nos perío-

dos de seca, quando a disponibilidade de alimentos é baixa, os agricultores podem usar o tronco do sisal como alimento volumoso para os animais, particularmente para os bovinos. O tronco é retirado de plantas (Figura 17 - A) pouco produtivas e pendoadas que, ainda, se encontram em estádio vegetativo. Para seu aproveitamento, faz-se necessário descascar o tronco, retirar a parte periférica de inserção das folhas, cortar em pequenos fatias (Figura 17 - B) e picá-los em máquinas forrageiras (Figura 17 - C) de forma a obter fragmentos vegetais com tamanho adequado para ser consumido pelos animais (Figura 17 -D).

Figura 17 – Aproveitamento do tronco do sisal para alimentação bovinos: (A) Retirada do tronco de plantas de sisal; (B) Descascamento e fatiamento do tronco de sisal; (C) Trituração do tronco do sisal em máquina forrageira; (D) Arraçoamento de bovinos com tronco do sisal triturado, associado à palma forrageira picotada

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do sisal para a economia do setor agrícola nordestino é inegável e pode ser analisada sob diferentes aspectos, merecendo destaque a ocupação dos solos empobrecidos da região, o que gera atividade econômica e possibilita renda e emprego para um grande contingente de pessoas, além de propiciar uma importante fonte de divisas para os estados produtores, especialmente para a Bahia.

O cultivo do sisal no semiárido se estende por 82 municípios, atingindo uma área de aproximadamente 200.000 ha, com propriedades de pequeno porte, que variam de 1-15 ha, onde predomina mão-de-obra familiar. Ocupa uma população de aproximadamente 500 mil pessoas, que vivem, direta ou indiretamente, em estreita relação com essa fibrosa.

Apesar da importância socioeconômica do sisal para o Brasil, sua exploração agrícola vem declinando nos últimos anos, particularmente em termos de área plantada e produtividade. Isto se deve a vários fatores, com destaque para os preços pagos pela fibra, à competição com fios sintéticos, o elevado custo de produção, à falta de máquinas modernas para a colheita, longos períodos de estiagem e, principalmente pelo baixo aproveitamento da planta (basicamente a fibra, que representa 3-4% da planta).

Apesar disso, é consenso entre os formadores de políticas públicas, pesquisadores, agricultores, empresários do setor rural, comércio e exportação de fibras, que o sisal se constitui, ainda, em uma das poucas opções econômicas viáveis para a região semiárida do país, e que dificilmente outra atividade agrícola será capaz de substituir os retornos econômicos e socioculturais advindos da sua exploração. Por esta razão, torna-se imperativo que os governos estaduais e municipais localizados nas regiões sisaleiras do nordeste desenvolvam políticas públicas capazes de fomentar e estimular a continuidade dessa atividade agrícola, e assim promover o progresso tecnológico dessa cultura e sua expansão.

Neste capítulo, procurou-se oferecer ao leitor, informações técnicas atualizadas e acumuladas ao longo de mais de 20 anos de estudo pela Embrapa e outras instituições de pesquisa sobre os vários segmentos envolvidos na cadeia produtiva do sisal. Espera-se com essa publicação oferecer subsídios para o aprimoramento do cultivo do sisal e, assim contribuir para soerguimento dessa cultura na região semiárida do Nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABDEL-GAWAD, M.M.; EL-SAYED; ABDEL-HAMED. Molluscicidal ssteroidal sapoins and lipid content of Agave decipiens. **Fitoterapia**, v. 70, p. 371- 381, 1999.

ALVES, M. O.; SANTIAGO, E. G.; LIMA, A. R. M. **Diagnóstico socioeconômico do setor sisaleiro do nordeste brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2005. 90 p. (Série documentos do ETENE, 04).

AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N.E. de M. Clima e Solo. In: SILVA, O.R.R.da.; BELTRÃO, N.E.de M. **O agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI; Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1999, p. 41-52.

BACHTHALER, G., 2006. Retrieved from: http://www.nnfcc.co.uk/Crops/info/ Sisal.htm/(Accessed on: June 25, 2006).

BANDEIRA. D. A.; SILVA, O. R. R. F. da. Aproveitamento de resíduos. In: ANDRADE, W. **O sisal do Brasil.** Salvador: Sindifibras, p. 57-61, 2006. 153 p.

BOCK, K. R. Diseases of sisal. **World Crops**, v. 17, p. 64-67, 1965.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Especificações para padronização, classificação e comercialização interna do sisal bruto**. Brasília, 1987.

_____. **Normas de identidade, qualidade, apresentação e embalagem da fibra beneficiada de sisal ou agave e seus resíduos de valor econômico**. Brasília, 1989.

CHAND, N.; TIWARY, R.K.; ROHATGI, P.K. Bibliography resource structure properties of natural cellulosic fibres; An annotated bibliography. **Journal of Materials Science**, v. 23, p. 381–387, 1998.

COUTINHO, W.M.; SUASSUNA, N.D.; LUZ, C.M.; SUINAGA, F.A.; SILVA, O.R.R.F. Bole rot of sisal caused by Aspergillus niger in Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 605-612, 2006.

DEBNATH, M.; PANDEY, M.; SHARMA, R.; THAKUR, G.S.; LAL, P. Biotechnological intervention of Agave sisalana: A unique fiber yielding plant with medicinal property. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, p. 177-187, 2010.

DOMINGUES, L.F. **Avaliação da atividade anti-helmíntica do resíduo líquido de *Agave sisalana* Per. (sisal) em caprinos**. Salvador, Bahia, 2008, 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos). Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal da Bahia, 2008.

FIGUEIREDO, K. J. C. **Estudo experimental da toxidade do resíduo do sisal (*Agave sisalana*, Perrine) para bovinos**. 1974. 40 p. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GOHL, B. **Feasibility study on the use of sisal waste as feed for catle**. Roma: FAO, 1975. 12p.

HARRISON, D.G. Subprodutos del sisal como alimentos para los ruminantes. **Revista Mundial de Zootecnia**, v. 49, p. 25-31, 1984.

IKITOO, E.C.; KHAYRALLAH, W.A. **Sisal: Past research results and present production pratices in East Africa – present status, problems, opportunities and future prospects**. Vienna: United Nations Industrial Development Organization, Common Fund for Commodities (Technical Paper no. 8). 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Produção agrícola municipal:** Tabela 5457 – área colhida e quantidade produzida de sisal ou agave (fibra), 2016. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 06 set. 2018.

JUDD, W.S. **Plant Systematics**: a phylogenetic approach. 3rd ed. Sinauer Associates, Massachusetts. 2007. 565p.

KAUSNE, A. **Curso têxtil em malharia e confecção 2º módulo**: Fibras têxteis. Araranguá: Centro federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina Unidade de Araranguá CEFET/SC, 2008. 90p. Disponivel em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/8/88/ Apostila_fibras.pdf>. Acesso em: 13 set. 2018.

LAKSESVELA, B.; SAID, A.N. Experiments on the nutritive value of sisal waste. **Kenya Sisal Board Bulletin,** p.13-18, feb.1970.

LEÃO, A. L.; JOAQUIM, A. P.; SAVASTANO JUNIOR. H.; LEAL, A. F.; NASCIMENTO, J. W. B. Novos Usos. In. ANDRADE, W. **O sisal do Brasil**. Salvador: Sindifibras, p. 63-81. 2006.

LIMA, E. F.; MOREIRA, J. de A. N.; BATISTA, F. A .S.; SILVA, O. R. R. F.da; FARIAS, F. J. C.; ARAÚJO, A. E. Podridão vermelha do tronco do sisal (Agave sisalana Perr.) causada por Botryodiplodia theobromae Pat. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 2, p.109-112, 1998.

LOCK, G. W. **Sisal**. London: Longman, 1969. 355p.

MALAVOLTA, E. Sisal (*Agave sisalana* Perr.). In: **International Fertilizer Industry Association (IFA) World Fertilizer Use Manual**. Paris, 1996. s/p. Disponível em: <http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/pubman/sisal.htm>. Acesso em: 13 set. 2018.

MATTOSO, L. H. C.; PEREIRA, N.; SOUZA, M. L.; AGNELLI, J. A. M. Aplicação da fibra de sisal na indústria automobilística para reforço. In: SILVA, O. R. R. F. da; BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPA, 1999.

MEDINA, J. C. Multiplicação do sisal (*Agave Sisalana* Perrine) por bulbilhos e rebentões e métodos de preparo e plantio das mudas. **Bragantia**, v. 22, p. 559-74, 1963.

MEDINA, J. C. **O sisal**. São Paulo: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1954. 286 p.

PAIVA, J. A. de J.; VALE, O. E. do; MOREIRA, W. M.; SAMPAIO, A. O. Utilização do resíduo do desfibramento do sisal (*Agave sisalana*, Perrine) na alimentação de novilhos. **Boletim de Pesquisa**, 5. Salvador: Epaba, 1986.

PIRES, J. S. C. **Fibras naturais: características químicas e potenciais aplicações**. Botucatu, 2009. 50 p. Trabalho de conclusão (Bacharelado – Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.

PIZARRO, A. P. B.; OLIVEIRA FILHO, A.M.; PARENTE, J.P.; MELO, M.T.V.; SANTOS, C.E.; LIMA, P.R. O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no controle de larves de mosquitos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.32, p.23-29, 1999.

PIZZARRO, A. P. B. Utilização do extrato de agave Americana Linnaeus no controle de *Boophilus microplus*. **Veterinária Notícia**, v. 4, n. 1, 1998.

PRIEGO, A.; DIXONR. M.; ELLIOT,R.; PRESTON, T. R. Studies on the digestion in the fore stomchs of cattle of a dieet based on sisal pulp. **Tropical Animal Production**, v. 41, p. 281-286, 1979.

SALGADO, A. L. B.; CIARAMELLO, D.; AZZINI, A. Efeito da omissão de macronutrientes em sisal. **Bragantia**, 41, n. 13, p. 125-134. 1982.

SANTOS, E. M. C.; SILVA, O. A. da. **Sisal na Bahia** – Brasil. Mercator, Fortaleza, v. 16, p. 1-13, 2017.

SANTOS, J. D. Produção e consumo. In. ANDRADE, W. **O Sisal do Brasil**. Salvador: Sindifibras, p.48-54. 2006. 153 p.

SERRA, A. R. de M.; SILVA, S. F. da. **Cultura do sisal.** Rio de Janeiro: SIA, 1952.

SILVA, O. R. R. F. da; BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O agronegócio do sisal no Brasil.** Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPA, 1999.

SILVA, O. R. R. F. da; CARVALHO, O. S.; MOREIRA, J. de A. N.; BANDEIRA, D. A.; COSTA, L. B. da; ALVES, I. Peneira rotativa CNPA, uma alternativa para o aproveitamento da mucilagem na alimentação animal. **Circular Técnica**, 27. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1998.

SILVA, O. R. R. F. da; COUTINHO, W.M; CARTAXO, W.V.; SOFIATTI, V.; SILVA FILHO, J.L.; CARVALHO, O. S.; COSTA, L. B. da; O cultivo do sisal no Nordeste Brasileiro. ***Circular Técnica***, 123. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2008.

SILVA, O. R. R. F. da; SUINAGA, F. A.; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V. Cadeia Produtiva. In. ANDRADE, W. **O sisal do Brasil.** Salvador: Sindifibras, 2006. p. 31-45.

SILVA, O. R. R. F. da; SUINAGA, F. A.; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V. Desempenho produtivo de oito genótipos de sisal. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 11, n. 2, p. 85-89, 2007.

SILVEIRA, R. X. **Influencia do resíduo líquido do sisal (*Agave sisalana* Perrine) sobre o desenvolvimento, in vitro, de nematoides gastrintestinais de ovinos e caprinos**. Salvador, Bahia, 2008, 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos). Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal da Bahia, 2008.

SOUSA, M. F. de; SILVA, M. N. B. da; ALVES, I.; SILVA, J. C. A. da; COSTA, L. B. da. Aproveitamento da mucilagem de sisal na alimentação animal. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 27 p. (Embrapa Algodão. **Documentos**, 189).

SOUZA R. B.; SOUZA, A. A.; SILVA, O. R. R. F. da; SILVEIRA, C. O. Uso da fibra do sisal para confecção de fios e cordas. In: SILVA, O. R. R. F. da; BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O Agronegócio do sisal no Brasil.** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1999. p. 145-160.

TREJO-TORRES, J.C.; GANN, G.D.; CHRISTENHUSZ, M.J.M. The Yucatan Peninsula is the place of origin of sisal (Agave sisalana, Asparagaceae): historical accounts, phytogeography and current populations. **Botanical Sciences**, v.96, p. 366-379, 2018.

WALLACE, M.M.; DIECKMAHNS, E.C. Bole rot of sisal. **The East African Agricultural Journal**, v.18, n.1, p.24-29, 1952.

WRIGHT, W. K. **Fabricação de baler twine**. João Pessoa: Brascorda, 1985. 88p.

Capítulo 2

Culturas oleginosas

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão (*In memorian*)
Carlos Alberto Domingues da Silva
Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva
Waltemilton Vieira Cartaxo
Leandro Silva do Vale

1 INTRODUÇÃO

O uso da biomassa para geração de energia tem sido fundamental para o desenvolvimento das civilizações. A biomassa contribui com uma parte significativa do consumo global de energia primária e sua importância tende a aumentar em cenários futuros de energia (VASUDEVAN et al., 2005). A produção de biocombustíveis em biorrefinarias para reduzir a dependência das reservas fósseis é impulsionada por uma série de imperativos estratégicos, incluindo o preço, a natureza finita e a segurança do abastecimento de petróleo. Outros fatores incluem o impacto ambiental negativo dos combustíveis fósseis derivados de óleos minerais se comparado à natureza renovável e sustentável de fontes alternativas de energia de origem vegetal (CARLSSON et al., 2007). Os óleos vegetais da categoria de óleos fixos ou triglicerídeos podem ser transformados em biodiesel por processos químicos, como o craqueamento e a transesterificação. Na transesterificação, a matéria-prima é submetida a um processo de neutralização e secagem, no qual a acidez é reduzida por meio de lavagem em solução alcalina com hidróxido de sódio ou potássio. Para a remoção da glicerina é

utilizado o metanol ou etanol (PARENTE, 2003). A glicerina é um produto de valor comercial e entre suas aplicações estão à utilização nas indústrias farmacêutica, de cosméticos (emoliente), química (glicerolquímica), de alimentos, como solvente para tintas e vernizes, lubrificante em diversas aplicações práticas, compósitos (plásticos biodegradáveis) e substrato para processos biotecnológicos (JUNGERMANN; SONNTAG, 1991).

O uso do biodiesel em substituição ao óleo diesel mineral, além da possível mitigação das emissões de dióxido de carbono, proporciona a redução da emissão de gases e partículas pelos veículos que são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2007). O biodiesel também é totalmente miscível ao óleo diesel, podendo ser utilizado puro em misturas sem que haja qualquer necessidade de adaptação para manter motores ciclo diesel em pleno funcionamento (LIMA et al., 2012).

No Brasil, o uso energético de óleos vegetais foi proposto em 1975, com a criação do Plano de Produção de Óleos Vegetais para fins energéticos (Pró-Óleo), cujo objetivo era gerar excedentes de óleo vegetal que tornassem seus custos de produção competitivos com os do petróleo (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006). O Brasil dispõe de uma ampla diversidade de espécimes vegetais e extensas áreas de solos apropriados ao cultivo agrícola que podem servir de opções para a produção de óleos vegetais. Além disso, existem milhões de hectares degradados na região semiárida brasileira que podem ser recuperados e utilizados para o cultivo de plantas energéticas em regime de sequeiro (BELTRÃO; CARTAXO, 2006). Portanto, as vantagens do uso do biodiesel em substituição ao diesel de petróleo não podem ser subestimadas: é seguro e um lubrificante de excelente qualidade, renovável, não tóxico e biodegradável; não contém enxofre e seu uso gera inúmeros benefícios sociais, como a revitalização rural, a criação de novos empregos e a redução do aquecimento global (KISS et al., 2008; ARANSIOLA et al., 2014).

O desafio, portanto, é aproveitar ao máximo as potencialidades regionais e obter o maior benefício social com a produção de biodiesel a partir de culturas oleaginosas para suprir as metas estabelecidas no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, consubstanciadas na Lei n° 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que introduz o biodiesel na Matriz Energética Brasileira e fixa em 2% (B2) o percentual mínimo de adição do biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final em qualquer parte do território nacional até 2008, e em 5% (B5) o mesmo percentual até 2013 (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006).

No Brasil, as alternativas para a obtenção de óleos vegetais são diversas e dependem das espécies cultivadas em cada região. No entanto, a viabilidade de cada matéria-prima dependerá de suas respectivas competitividades técnica, econômica e socioambiental, passando inclusive por importantes aspectos agronômicos, tais como: a) teor em óleos vegetais; b) produtividade agrícola (produção por unidade de área; c) equilíbrio agronômico; d) atenção a diferentes sistemas de produção; e) ciclo cultural (sazonalidade); f) adaptação regional, que deve ser ampla para atender a diferentes condições edafoclimáticas e g) impacto socioambiental de seu desenvolvimento. Avaliações dessa natureza são imprescindíveis para se realizar uma análise adequada do ciclo de vida do biodiesel, fato de extrema importância para um país que pretende explorar o potencial energético de seus recursos naturais (biomassa) de forma comprovadamente sustentável (RAMOS, 2003).

No momento, apenas a soja (*Glycine max* L.) é cultivada em escala suficiente para a produção comercial de biodiesel, uma vez que cerca de 90% da atual produção brasileira de óleos vegetais provém dessa leguminosa (MOTHÉ et al., 2005; DIB, 2010). Entretanto, na região semiárida, as principais espécies vegetais que podem ser cultivadas visando disponibilizar matéria-prima para produção de biodiesel são: o algodão (*Gossypium hirsutum* L.), o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), o gergelim (*Sesamum indicum* L.), a mamona (*Ricinus communis* L.) e o girassol (*Helianthus annuus* L). Outras oleaginosas perenes, nativas e adaptadas à região Nordeste como, a oiticica (*Licania rigida*), a faveleira (*Cnidosculus quercifolius*), o buriti (*Mauritia flexuosa*), a macaúba (*Acrocomia aculeata*), o babaçu (*Orbygnia barbosiana*), o pequi (*Caryocar brasiliense*) e o licuri (*Syagrus coronata*), embora produzam óleo de boa qualidade, contribuem com pequenas quantidades de óleo, devido à falta de conhecimentos técnicos para sua exploração agrícola. O pinhão-manso (*Jatrofa curcas L.*) é uma oleaginosa que se encontra em processo de domesticação, e por isto, as informações tecnológicas disponíveis são insuficientes para que a mesma seja indicada para cultivo aos produtores.

Esse capítulo reúne informações sobre algumas culturas oleaginosas com potencial de serem exploradas economicamente, de forma sustentável, no semiárido nordestino para atender o Programa Brasileiro de Produção de Biodiesel, dentre outras aplicações.

2 DEFINIÇÃO

Os óleos fixos ou graxos são geralmente derivados de sementes vegetais, daí o termo oleaginosas, ou seja, sementes oleaginosas. Por outro lado, os óleos essenciais são voláteis obtidos a partir de partes das plantas, excetuando-se as sementes. Os óleos essenciais são utilizados na fabricação de biodiesel e outras aplicações industriais, como a perfumaria.

3 CULTURAS OLEAGINOSAS

Algodão

No Brasil, são cultivados dois tipos de algodão, o herbáceo *Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch., de ciclo anual, responsável por grande parte da produção nacional (mais de 98%), cultivado nas regiões Norte-Nordeste (estados de Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Bahia), Centro-Oeste (estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás) e Sul-Sudeste (estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais); e o algodoeiro arbóreo *Gossypium hirsutum* L. var. marie-galante (Watt) Hutch., conhecido regionalmente como algodão mocó e cujo plantio é restrito a alguns estados do Nordeste (MONTEIRO, 2007; SILVA et al., 2013).

A região Nordeste foi grande produtora dessa malvácea até meados de 1980, porém com a introdução da praga conhecida por bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) (Figura 1 - A) o sistema de produção que era frágil, terminou sucumbindo e o algodoeiro deixando de ser cultivado na maioria dos municípios produtores. No entanto, se os pequenos produtores forem estimulados e apoiados pelos governos municipais e estaduais da região semiárida do Nordeste a incorporar as tecnologias geradas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Figura 1 - B), ao longo desses últimos 20 anos, será possível revitalizar o plantio dessa cultura na região. Dentre as diversas tecnologias geradas pela Embrapa Algodão, podem-se citar as cultivares de algodão de fibra colorida, BRS Topázio, BRS Safira, BRS Rubi (Figura 1 - C) e BRS Verde, assim como as cultivares de algodão de fibra branca, BRS Seridó e BRS Aroeira (Figura 1 – D) com alto teor de óleo e a transgênica BRS 433 FL B2RF de fibra longa com resistência às

principais lagartas que atacam o algodoeiro e ao herbicida glifosato, todas elas adaptadas às condições edafoclimáticas do semiárido nordestino.

Atualmente, o algodão produzido pelos pequenos produtores do Nordeste é cultivado em sistema agroecológico ou orgânico, colhido à mão e por não ser considerado produto perecível, tem mercado garantido na região, o que proporciona a obtenção de um produto de elevada qualidade de fibra e preço. O algodão com selo orgânico é comercializado pelos produtores com empresas da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e São Paulo, sendo exportado para outros países, principalmente aqueles do continente europeu. Uma das vantagens de se cultivar essa malvácea em pequenas propriedades do semiárido nordestino é que mais de 75% do custo de produção é gasto com pagamento de mão de obra para condução da lavoura, o que significa ocupação e renda para milhares de trabalhadores rurais (SILVA; RAMALHO, 2013).

A cultura do algodão tem um aproveitamento bastante completo, além da fibra, seu principal produto, produz diversos subprodutos de interesse agrícola e industrial, destacando-se o óleo bruto e a torta rica em proteínas que representa em média 15% e 50% da semente, respectivamente (BRITO et al., 2007; XU et al., 2016). Com a instalação de um parque de produção de biodiesel no Brasil, criou-se um novo mercado para os produtores de oleaginosas, entre elas, o caroço do algodão (BIONDI et al., 2008). O caroço do algodão é coproduto da pluma e pode ser utilizado tanto na alimentação animal como na produção de óleo vegetal e equivale a aproximadamente 60% da produção, dependendo de sua variedade e das condições de manejo da cultura (CARVALHO et al., 2006).

Figura 1 – Lavoura de algodão atacada pelo bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), com destaque para o botão floral com orifícios de alimentação e inseto adulto (A); Embrapa Algodão (B); lavouras de algodão colorido BRS Topázio (C) e de fibra branca, BRS Aroeira (D).

O óleo da semente de algodão é de qualidade relativamente alta, que tipicamente consiste em 71% de ácido graxo insaturado: 13% de ácido oléico (18: 1) e 58% de ácido linoléico (18:2) (CHERRY, 1983), quase comparável a oleico 39,6% e linoleico 46,0% em gergelim (YERMANOS et al., 1972). Notavelmente, as sementes de algodão contêm um dos mais altos níveis de tocoferol total encontrados em 13 diferentes fontes de gorduras e óleos vegetais e animais, incluindo milho, soja, girassol, gergelim, sementes de colza e óleo de dendê (SMITH; CREELMAN, 2001; XU et al., 2016). Em menor proporção, ocorrem os ácidos graxos saturados, no caso, o palmítico, caracterizado como excelente opção para a produção do biodiesel, já que, seu custo é relativamente baixo, pois suas sementes possuem entre 14% a 30% de óleo. O óleo comestível de algodão apresenta alta estabilidade térmica e uma combinação de ácidos graxos benéfica à

saúde, com quantidades equilibradas de ômega 3 e 6, além de vitaminas do complexo A, D e E (ASHOKKUMAR; RAVIKESAVAN, 2011). O biodiesel de algodão tem alta qualidade, em razão de sua elevada densidade (0,875 g cm-³), baixa viscosidade (6,00 cSt a 37,8°C), ausência de enxofre, baixo teor de oxigênio (~11%) e capacidade inflamável superior à do diesel mineral, além de não ser corrosível (FREIRE et al., 2009). A composição química do óleo extraído da semente de algodão é afetada por diversos fatores como, o tipo de cultivar; o grau de maturidade da semente; a forma de cultivo e as condições de clima e solo. No que diz respeito a cultivar, pode-se obter atualmente variedades de algodão com alto teor de óleo nos grãos (em torno de 25%), fibra de boa qualidade intrínseca e 38% de proteína, via melhoramento genético convencional (CARVALHO et al., 2017). A torta de caroço de algodão resulta das operações de extração mecânica de óleo de sua semente e pode ser obtida tanto de sementes com ou sem línter. A torta ou farelo é composto por diversos aminoácidos, sendo os mais importantes a alanina (2,1%); a valina (2,2%); a leucina (3,1%); a prolina (1,9%); o ácido aspártico (4,9%); o ácido glutâmico (10,5%); a arginina (5,4%); a metionina (0,7%) e a cistina (0,9%) (BELTRÃO et al., 2007). O óleo de algodão é a segunda maior fonte proteica de origem vegetal utilizada para produção de biodiesel no Brasil, superado apenas pela soja. Por isto, o óleo de algodão é considerado a segunda oleaginosa brasileira.

Amendoim

O amendoim, *Arachis hypogaea* L., é uma leguminosa anual, cujo fruto é, na verdade, um legume ou vagem que se desenvolve por processo especial de frutificação, denominado geocarpia, em que uma flor aérea, após ser fecundada, produz um ginóforo, que penetra no solo e produz o fruto subterrâneo denominado vagem (SUASSUNA et al., 2006; 2008). As sementes do amendoim possuem altos índices de proteínas e óleos, apresentando aproveitamento em torno de 40 a 50% na extração de óleo e 50% de farelo (BARROS et al., 1994). Esses subprodutos de elevado teor calórico, são largamente utilizados na alimentação humana e por isto, o amendoim é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo, ocupando uma área de cerca de 22 milhões de hectares. Os principais países produtores são: a China, a Índia e os Estados Unidos da América (OILSEEDS, 2000).

A produção nacional de amendoim na safra 2017 foi de 541 t/ano (IBGE, 2017), sendo o Estado de São Paulo, o principal produtor, e 80% do mercado de amendoim no Brasil é destinada ao consumo *in natura*,

com preferência para o tipo Valência, de película de coloração vermelha, grãos médios e redondos, com teor de óleo entre 45% e 48% (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006). No Nordeste, o amendoim é cultivado predominantemente por pequenos produtores, parceiros ou pequenos arrendatários, com áreas inferiores a 20 ha, onde se utiliza baixo nível tecnológico e a produção visa a atender, principalmente, o consumo *in natura*, sendo os restos culturais, cascas e ramos, usados para a ração animal ou para serem incorporados ao solo como adubo orgânico (ARAÚJO et al., 1992). Os principais estados produtores são: Bahia, Sergipe, Ceará e Paraíba, mas a produção regional de 10.000 toneladas de amendoim em casca é insuficiente para atender à demanda anual da região de 50 mil toneladas de vagens, que é o segundo maior polo consumidor do país (SANTOS et al., 2006; MELO FILHO; SANTOS, 2010).

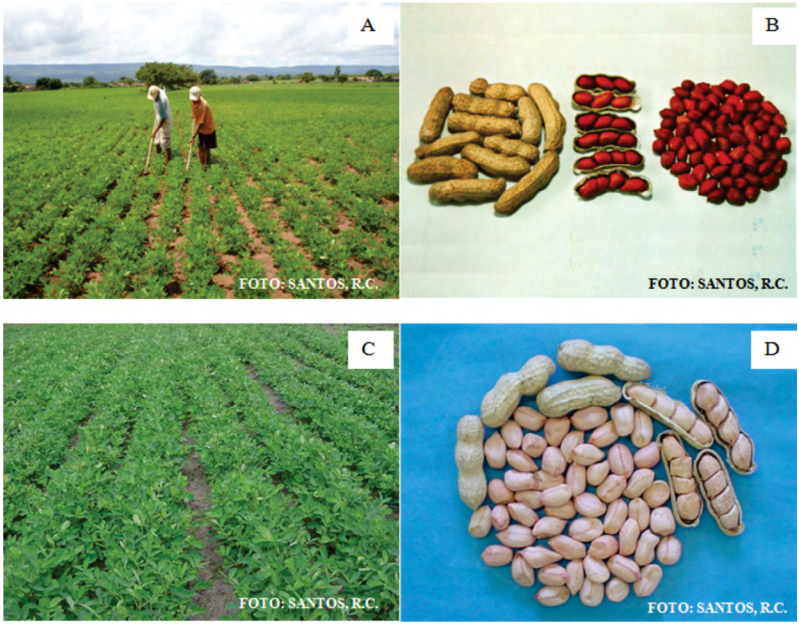
A comercialização é feita por meio de atravessadores, que podem comprar o amendoim verde, colhido aos 70 dias do plantio, para atender ao mercado de amendoim cozido. Quando colhido seco, aos 90 dias após o plantio, a comercialização é realizada por intermediários na comunidade, que repassam para outros atravessadores que comercializam o produto nos mercados locais (feiras, mercados, sorveterias, indústrias), ou em estados circunvizinhos (SUASSUNA et al., 2006; 2008).

Dentre os óleos vegetais que podem apresentar perspectivas de produção competitiva de biodiesel podemos citar o óleo de amendoim. A semente seca de amendoim (Figura 2 – B, D) contém 50% de óleo e apresenta em sua composição cerca de 50-60% de ácido oléico, 18-30% de ácido linoléico e 6-12% do ácido palmítico. Do ponto de vista econômico, ele possui alto custo devido à exportação para fins alimentares. Porém, o cultivo do amendoim pode ser uma alternativa interessante no caso do nordeste, pois pode ser empregado na rotação de cultura nos canaviais, o que viabilizaria a utilização desse óleo para produção local de biodiesel de forma competitiva (ALLEONI, 1995).

O trabalho desenvolvido pela Embrapa Algodão tem atendido, principalmente, a demanda de pequenos agricultores dos estados do Nordeste, por meio da geração e disponibilização das cultivares de amendoim BR 1 (Figura 2 – A, B), lançada em 1994; BRS 151-L7, lançada em 1997 e BRS Havana (Figura 2 – C, D), lançada em 2005; as quais são resistentes às doenças e à seca, de ciclo precoce e recomendadas para o cultivo no semiárido brasileiro e com grãos característicos para atender ao mercado de consumo de grãos *in natura* e à indústria. No ano de 2010, a Embrapa Al-

godão efetuou o lançamento da cultivar de amendoim rasteiro, BRS Pérola Branca, que apresenta boa resistência a doenças, ciclo curto (110-115 dias), produtividade média de 3.100 kg ha^{-1} em regime de sequeiro e cujo plantio é recomendado para o semiárido dos estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Maranhão.

Figura 2 – Lavoura (A) e sementes (B) de amendoim, cultivar BRS Havana; lavoura (C) e sementes (D) de amendoim, cultivar BR1.



Gergelim

O gergelim, *Sesamum indicum* L. é uma planta anual ou perene, com altura que varia de 0,5 a 3 metros, caule ereto e que apresenta desenvolvimento radicular profundo e vigoroso que ajuda no seu desenvolvimento sob condições de baixa disponibilidade hídrica, aumentando sua resistência à seca (BELTRÃO et al., 1994). O gergelim é uma das primeiras plantas domesticadas pelo homem, ocorrendo, provavelmente, há cerca de 10.000 anos (WEISS, 1983). Essa planta é cultivada em 75 países, especialmente

na Ásia, com produção de 3,6 milhões de toneladas e produtividade de 481,40 kg ha^{-1}.

Os principais países produtores de gergelim são: a Índia e o Myanmar, seguidos pela China, Sudão, Etiópia e Uganda (FAO, 2010). O Brasil produziu na safra 2009/2010 aproximadamente 15 mil toneladas de gergelim em uma área de cultivo de 25 mil hectares, com rendimento médio de 600 kg ha^{-1}. Essa produção é considerada baixa se comparada aos principais países produtores. No entanto, o gergelim apresenta grande potencial econômico, devido às possibilidades de exploração, tanto no mercado nacional quanto internacional. O gergelim é cultivado na maioria das propriedades agrícolas do Nordeste, em razão de suas características medicinais e, também, para servir de cerca viva, separando cultivos de outros espécimes vegetais ou mesmo propriedades rurais.

A sua ampla adaptação às condições edafoclimáticas de regiões de clima quente, resistência à seca (BELTRÃO et al., 1994) e facilidade de cultivo fazem dessa cultura uma excelente opção para diversificação agrícola, com grande potencial econômico (BELTRÃO; AZEVEDO, 2007) para ser explorada, em determinadas regiões do semiárido brasileiro, com precipitação variando entre 400 a 500 mm (PEIXOTO, 1972). Nessa região, o gergelim pode produzir mais de 1.000 kg de óleo/ha em regime de sequeiro, se cultivado em consórcio com algodão herbáceo ou mamona. Nas demais regiões do país, especialmente, as do Centro-Oeste e Sudeste, onde o período chuvoso é bem definido, o gergelim pode ser usado como primeira ou segunda cultura, conforme o interesse do produtor (BELTRÃO; AZEVEDO, 2007).

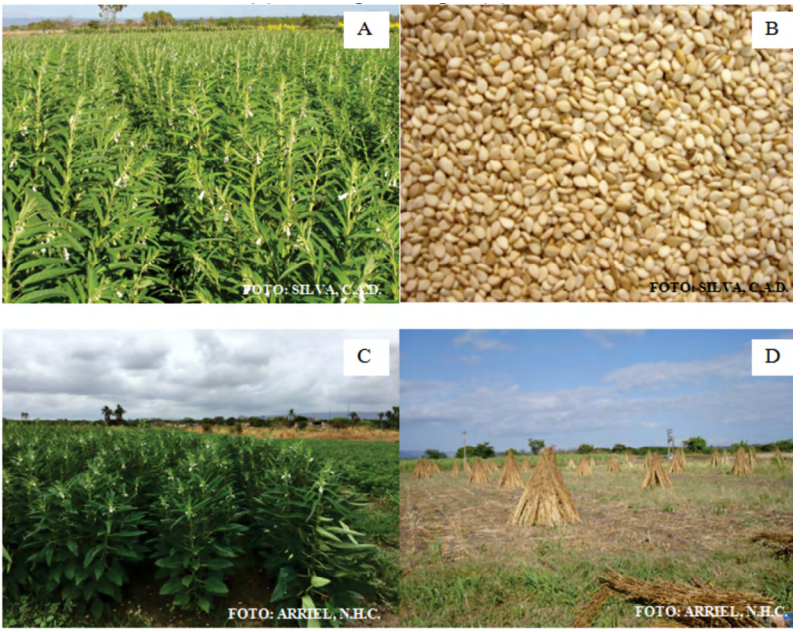
O teor de óleo representa de 44 a 58% do peso das sementes. O sesamol, a sesamina e a sesamolina são antioxidantes naturais encontrados no óleo do gergelim, responsáveis pela elevada estabilidade química do óleo, evitando a rancificação, sendo este óleo o de maior resistência à oxidação entre todos de origem vegetal (FIRMINO, 1996). A semente de gergelim é um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo e proteínas (39,7%) e apresenta baixo teor de fibras (4,7%), elevados teores de vitaminas do grupo B e alta concentração de aminoácidos que contêm enxofre, especialmente a metionina (1,48%), em concentração três vezes maior que a encontrada nas tortas de soja, de algodão e de amendoim (BELTRÃO, 1995). Por isto, o gergelim é utilizado na fabricação de margarinas e na produção de biscoitos, doces e pães (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Além dos fins culinários, seus grãos encontram diversas aplicações na indústria

farmacêutica, cosmética e óleo-química, sendo que a torta obtida da prensagem dos grãos se constitui em excelente concentrado para alimentação animal (BELTRÃO, 2001).

O óleo de gergelim apresenta *flavour* característico e agradável e maior estabilidade oxidativa, quando comparado com a maioria dos óleos vegetais, por causa de sua composição em ácidos graxos e pela presença de antioxidantes naturais (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006). É um óleo importante devido ao seu baixo teor de colesterol e alto teor em ácidos graxos poli-insaturados, com cerca de 47% de ácido oléico e 39% de ácido linoléico. Estudos recentes demonstram que o óleo de gergelim pode reduzir os níveis de colesterol no sangue, controlar a hipertensão em humanos (SANKAR et al., 2004) e a incidência de determinados tipos de câncer (MIYAHARA et al., 2001). Tais efeitos benéficos a saúde humana têm sido atribuídos a sua composição química, com baixo teor de ácidos graxos saturados e a presença de antioxidantes, e isto, pode aumentar a demanda por esse produto no mercado (WERE et al. 2006).

A Embrapa Algodão vem trabalhando com esta pedaliácea e gerando tecnologias, produtos e processos, há mais de 20 anos. Até o momento foram lançadas seis cultivares: BRS Seridó 1, de ciclo longo (mais de 140 dias) ramificada e resistente à seca; CNPA G2, CNPA G3, CNPA G4 (Figura 3 – A, B) e BRS Seda, ramificadas e a BRS Anahí (Figura 3 – C, D) não ramificada, todas elas com cerca de 50% de óleo nas sementes e ciclo de 90 dias, em média, tanto em regime isolado, quanto consorciado.

Figura 3 – Lavoura (A) e sementes (B) de gergelim, cultivar G4; lavoura de gergelim, cultivar Anahí (C) e medas para secagem (D).



Mamona

A mamona, *Ricinus communis* L., é uma planta rústica, heliófita, resistente à seca, de altura variável e com raízes pivotantes que podem atingir até três metros de profundidade e com ramificações laterais de um metro de comprimento (GONÇALVES et al., 2005). Essa Euphorbiaceae é tolerante à seca e produz mais de 1.200 kg de bagas/ha (cerca de 600 kg de óleo/ha) com cerca de 500 mm de precipitação anual, oferecendo emprego e renda para um elevado contingente de pequenos produtores (BELTRÃO et al., 2004). Por isto, é considerada uma das culturas mais tradicionais e importantes do ponto de vista socioeconômico para o Nordeste, especialmente para o Estado da Bahia que é o maior produtor e detém 85% da área plantada com essa cultura (IBGE, 2017). Na região de Irecê, por exemplo, a mamona é cultivada por mais de 45.000 agricultores em consórcio com o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.) ou feijão-de-arranca (*Phaseo-*

lus vulgaris L.), totalizando uma área de 27 mil hectares (CONAB, 2018, BELTRÃO et al., 2002).

A planta de mamona apresenta hábito arbustivo, diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos) e seus frutos, geralmente, são recobertos por espinhos. A semente de mamona apresenta diferentes tamanhos, formatos e coloração. Além disso, os corpos lipídicos presentes no endosperma de sua semente são maiores que o de outras oleaginosas, onde são extraídos 35% a 55% de óleo (seu principal produto), que contém 90% de ácido graxo ricinoléico, possibilitando uma ampla gama de utilização industrial (SAVY FILHO, 2005; PEREA-FLORES et al., 2011). O óleo da mamona apresenta características físico-químicas especiais e singulares, por ser solúvel em álcool e apresentar a maior densidade e viscosidade entre os óleos vegetais e animais existentes. Essas características singulares tornam o óleo de mamona um dos óleos vegetais mais versáteis da natureza, com mais de 750 aplicações industriais e uma demanda anual estimada em cerca de 220.000 toneladas, especialmente para produção de biodiesel (BABITA et al., 2010). O subproduto da extração do óleo, a torta, é utilizado como adubo orgânico com propriedades nematicidas. Por outro lado, a presença da proteína tóxica ricina, na composição do óleo de mamona, tem efeito altamente tóxico ao organismo animal, com sintoma principal de paralisia da respiração (morte por asfixia) e a torta (apesar de altamente proteica) não pode ser utilizada na alimentação animal, salvo após processo de destoxificação (GONÇALVES et al., 2005; BRADBERRY, 2007).

As cultivares, BRS Nordestina (Figura 4 - A, B) e BRS Paraguaçu, foram desenvolvidas pela Embrapa Algodão para plantio em região semiárida e para uso na agricultura familiar, com plantio e colheita manual (parcelada), ciclo longo (até 250 dias se houver disponibilidade de água) e boa tolerância à seca.

Figura 4 – Lavoura (A) e semente (B) de mamona, cultivar BRS Nordestina; lavoura (C) e semente (D) de mamona, cultivar BRS Energia.

Em condições normais, com fertilidade do solo mediana, altitude superior a 300 m, tratos culturais adequados e pelo menos 500 mm de chuva podem produzir 1.500 kg/ha de sementes a cada ano. Tem-se ainda cultivares de frutos indeiscentes, como é o caso da cultivar BRS Energia (Figura 4 - C, D) de ciclo curto e de elevado teor de óleo nas suas sementes, que podem ser utilizadas por agricultores familiares, com ou sem culturas consortes.

No Nordeste, a mamoneira é cultivada, em quase sua totalidade, em regime de sequeiro e em consórcio. Ao utilizar o consórcio, o agricultor familiar garante maior estabilidade de rendimentos, maior aproveitamento dos recursos naturais, redução da erosão do solo, maior diversidade alimentar, maior ocupação de mão de obra e supressão natural de plantas daninhas (AZEVEDO et al., 1997). Além de diversificar a produção, podem-se produzir alimentos e energia (caso do óleo para biodiesel) e permitir maior estabilidade aos ecossistemas agrícolas.

A mamona exige uma estação quente e úmida para favorecer a fase vegetativa e uma estação pouco chuvosa ou seca para permitir condições favoráveis de maturação e colheita. Portanto, é bem adaptada e para à qual se dispõe de tecnologia para cultivo na região semiárida, possibilitando a inclusão social de milhares de pequenos produtores (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

Pinhão-manso

Entre as oleaginosas com potencial para a produção de matéria-prima para a síntese de biodiesel ou ecodiesel no Brasil, em especial no semiárido brasileiro, o pinhão-manso, *Jatropha curcas* L. (Figura 5 – A, B) merece destaque. A planta é, possivelmente, nativa dessa região, existe ampla diversidade disponível, é perene e resistente à seca, além de produzir óleo de boa qualidade para a produção de energia (ARRUDA et al., 2004).

No mundo todo, existe pouco conhecimento sobre esta planta, cujo gênero conta com mais de 170 espécies, das quais sendo *J. curcas* é a mais importante. A planta ainda não é domesticada e os estudos agronômicos sobre ela foram iniciados somente nos últimos 30 anos (SATURINO et al., 2005).

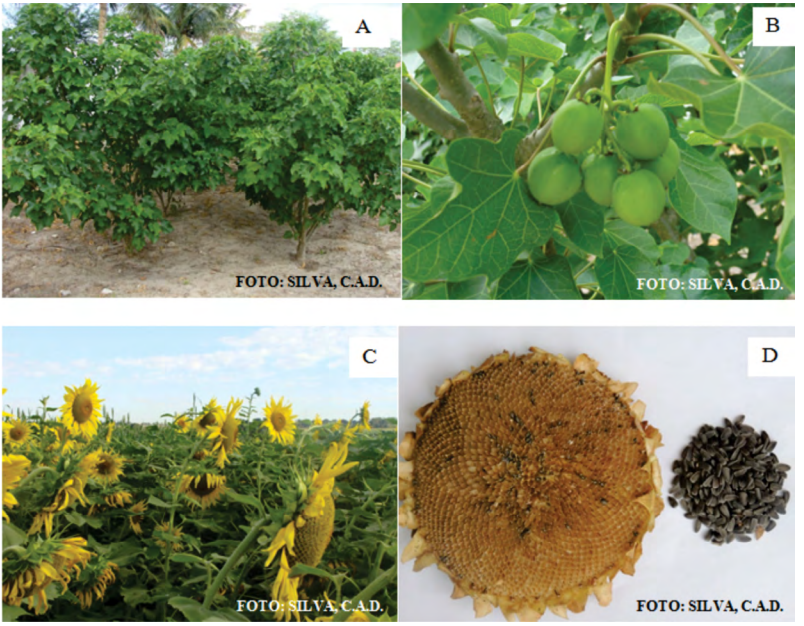
Como tudo que surge como novidade e possível alternativa, a cultura do pinhão-manso desperta grande interesse, até mesmo de pessoas que sequer estão diretamente envolvidas no agronegócio. Ao mesmo tempo, surge grande volume de informações não confiáveis e até distorcidas, a exemplo de produtividades elevadas, superiores a 12 toneladas por hectare e teor de óleo muito alto. Existem referências de até 8 t/ha; todavia, na aridez, têm-se citações de produtividades entre 200 kg a 800 kg de grãos/ha (HELLER, 1996). Estudos conduzidos com pinhão-manso em uma área de baixada com boa fertilidade e sob regime de irrigação demonstraram que essa cultura começou a produzir no segundo ano, atingindo 2.000 kg ha^{-1} de sementes (PURCINO; DRUMOND, 1986). No entanto, ensaios conduzidos com pinhão manso em regime de sequeiro e irrigação no município de Petrolina/PE, mostraram que a produtividades variou, respectivamente, de 330 kg ha^{-1} a 1.200 kg ha^{-1} no primeiro ano de cultivo (DRUMOND et. al. 2007).

Na realidade, pouco se conhece sobre a bioquímica e a fisiologia do pinhão-manso, e aspectos agronômicos relacionados ao sistema de produção dessa planta permanecem obscuros e devem ser investigados. O pinhão-manso apresenta elevada variabilidade natural e grande diversidade genética, com polinização preferencialmente entomófila, podendo, ter elevada alogamia. Além disso, não existe cultivares definidas e há necessidade de

se desenvolver estudos básicos de melhoramento genético. Depois de escolher e caracterizar materiais promissores, é necessário definir os passos tecnológicos para a composição de, pelo menos, dois sistemas de produção para a cultura, um para condições de sequeiro no semiárido e outro para condições de irrigação. Trata-se de uma espécie caducifólia que, apesar de resistente à seca, pode ter sua produtividade comprometida em regiões com precipitações pluviais abaixo de 600 mm por ano, o que, frequentemente, ocorre no semiárido brasileiro (SATURINO et al., 2005).

Na atualidade, vários estudos estão em andamento em diversos países do mundo, como a China e a Índia, abordando aspectos como a floração descontínua da espécie, que tem frutos (Figura 5 – B) na mesma inflorescência de idades diferentes e níveis de deiscência ainda não totalmente estudados. Importante, também, são os estudos sobre outras aplicações do óleo de pinhão-manso, que não é comestível e não substitui o óleo da mamona na ricinoquímica porque não é solúvel em álcool.

Figura 5 – Plantio de pinhão-manso, *Jatrofa curcans* L. (A) com destaque para seus frutos (B) e lavoura(C) e sementes de girassol, *Helianthus annus* L (D).



Apesar de ser considerada uma planta de elevada resistência a períodos de estiagem, tem-se verificado em condições experimentais que a disponibilidade de água é um fator limitante, sendo muito importante na fase inicial de emergência das plântulas (ALBUQUERQUE et al., 2008).

O pinhão-manso é uma planta oleaginosa cuja domesticação representa um grande desafio para a pesquisa agropecuária brasileira. Na pretensão de incorporá-la ao Programa Nacional do Biodiesel, muitas informações têm sido divulgadas sem respaldo técnico-científico (ALBUQUERQUE et al., 2008). O que pôde ser observado até o momento é que a planta embora tenha certa tolerância ao déficit hídrico, tem produção muito baixa. É atacada por insetos e ácaros, além de patógenos, que causam atraso no seu desenvolvimento. No material que tem sido trabalhado, o teor de óleo tem ficado entre 33 e 36%. Entretanto, um dos grandes entraves até o momento é a irregularidade na maturação dos frutos, o que promove o aumento significativo do custo de colheita e pode inviabilizar a produção.

O pinhão-manso poderá se constituir em uma boa opção de cultivo para os agricultores desta região. Porém, será necessário desenvolver pesquisas em várias áreas do conhecimento, em especial no melhoramento genético, na ecofisiologia e no manejo cultural da espécie, iniciando-se pela busca de um ideotipo de pinhão-manso via seleção dentro da variabilidade genética existente ou obtida por outros processos, como uso de radiação e de produtos químicos. O ideotipo do pinhão-manso deve apresentar as seguintes características: (1) elevado teor de óleo nas sementes (superior a 37% em relação ao peso seco); (2) caule capaz de suportar a colheita mecânica; (3) capacidade de produzir a partir do terceiro ano de ciclo; (4) produtividade média de, pelo menos, 1500 kg ha^{-1} em regime de sequeiro no semiárido brasileiro; (5) porte médio, com altura variando entre 1,7 a 2,3 m; (6) maior duração da área foliar e do índice foliar; (7) floração uniforme e (8) maior índice de frutificação, além de outras características morfológicas e fisiológicas.

Girassol

O girassol, *Helianthus annuus* L. (Figura 5 – C, D), é uma planta oleaginosa, dicotiledônea, pertencente à família Asteraceae, originária da América do Norte, provavelmente do Sudoeste dos Estados Unidos (BEARD, 1981). Esta espécie teve um maior desenvolvimento na antiga União Soviética, estando hoje presente, principalmente, na Federação Russa, Ucrânia,

Argentina, Índia e França, seus maiores produtores mundiais na atualidade (FAO, 2010). No Brasil, presume-se que o cultivo do girassol teve início na época da colonização, principalmente, na Região Sul, com a introdução do hábito do consumo de suas sementes torradas (ÚNGARO, 1986). Essa planta é considerada uma de grande valor socioeconômico para o país, por ser uma fonte rica em proteína e óleo vegetal comestível (SILVA, 1990), podendo ser cultivado em diversas localidades devido à sua adaptabilidade a diversas condições edáficas.

As sementes do girassol (Figura 5 – D) são ricas em óleo, com teores variando entre 30 e 50%. O grão é fonte de proteína na alimentação humana e animal, sendo o óleo comestível seu subproduto mais importante (PAES, 2005). Existem duas classes de girassol cultivadas para fins comerciais, uma com pouco teor de óleo (cerca de 30%) utilizada como ração para aves e outra com teor de óleo mais elevado (aproximadamente 40%), utilizada na fabricação de óleo de cozinha. Em média, além de 400 kg de óleo, para cada tonelada de grão são produzidos 250 kg de casca e 350 kg de torta, com 45% a 50% de proteína bruta, sendo este subproduto basicamente aproveitado na produção de ração, em misturas com outras fontes de proteína (CALVASIN JUNIOR, 2001). O girassol apresenta organografia complexa e pode ser utilizado para diversas finalidades comerciais, como planta ornamental, energética, forrageira e adubo verde. A fecundação do girassol pode ser realizada por autofecundação na formação de híbridos ou por meio da polinização cruzada realizada por abelhas. Por isso, lavouras de girassol possibilitam o desenvolvimento da apicultura, sendo viável a extração de 20 a 30 kg de mel por hectare (CASTRO et al., 1997).

O girassol apresenta sistema radicular pivotante, caule vigoroso, ciclo rápido, entre 65 a 155 dias após a emergência das plântulas, mas é sensível à seca e a elevadas temperaturas, suportando reduzidos períodos de estresse hídrico. As temperaturas consideradas ótimas para o seu desenvolvimento estão situadas entre 18 e 24°C. Essa planta é cultivada em regiões com precipitação superior a 500 mm, podendo consumir até oito milímetros de água por dia no período de enchimento dos grãos, porém se for submetida a condições de déficit hídrico como ocorre no semiárido do Nordeste, seus componentes de produção podem ser reduzidos drasticamente, particularmente, o número e peso de aquênios.

O crescimento do girassol é lento nos primeiros 28 dias após sua emergência (média de 18 g/planta) e pode atingir mais de 200 g/planta aos 98 dias de idade e produzir nove toneladas de fitomassa por hectare em con-

dições de campo no município de Londrina, Estado do Paraná (CASTRO; FARIAS, 2005).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O plantio de oleaginosas pelos agricultores familiares do semiárido para a produção de biodiesel abre a perspectiva da organização de uma cadeia produtiva local capaz de impulsionar o desenvolvimento econômico e social do semiárido, promovendo a criação de empregos rurais, agrícolas e não agrícolas e a inclusão social de uma parcela da população mais vulnerável (MONTEIRO, 2007). Isto é importante, porque poderá fortalecer a economia regional e aumentar a renda dos agricultores familiares, de forma sustentável.

No entanto, para que isso seja factível será necessário contar com o apoio dos governos estaduais, federais e da iniciativa privada para que os agricultores familiares possam incorporar as tecnologias, produtos e processos disponibilizados pelas instituições de pesquisa e extensão. As culturas oleaginosas abordadas neste capítulo apresentam características específicas de produtividade e de porcentagem de óleo quando cultivadas na região semiárida. Por isso, além das condições de clima e solo, a produtividade obtida, também, está diretamente associada ao tipo de sistemas de produção adotado, à qualidade da semente, à reação dessas plantas ao ataque de pragas e doenças, à realização do zoneamento de risco climático para os municípios selecionados e à forma de beneficiamento e processamento da semente para extração do óleo vegetal, entre outras. Estas pesquisas deverão ser completadas com melhores programas educacionais para os produtores familiares e consultores envolvidos no manejo e cultivo dessas oleaginosas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. A. de; OLIVEIRA, M. I. P. de; LUCENA, A. M. A. de; BARTOLOMEU, C. R. C.; BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e desenvolvimento do pinhão manso**: 1º ano agrícola. Embrapa-CNPA. Documentos, 197. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2008.

ALLEONI L. R. F.; BEAUCLAIR E. G. F. Cana-de-açúcar cultivada após milho e amendoim. **Scientia Agricola***,* v. 53, p. 409-415, 1995.

ARANSIOLA, E.F.; OJUMU, T.V.; OYEKOLA, O.O.; MADZIMBAMUTO, T.F.; IKHU-OMOREGBE, D.I.O. A review of current technology for biodiesel production: State of the art. **Biomass and Bioenergy**, v.61, p. 276-297, 2014.

ARAÚJO, J. M. de; SANTOS, R. C. dos; FARIAS, F. J. C.; SOUZA, J. M. de. **Diagnóstico da cultura do amendoim nos municípios de Mogeiro, Itabaiana e Pilar/PB**. In: Relatório Técnico Anual 1990-1991. Campina Grande, PB: Embrapa-CNPA, 1992. p. 430-434.

ASHOKKUMAR, K.; RAVIKESAVAN, R. Conventional and molecular breeding approaches for seed oil and seed protein content improvement in cotton. **International Research Journal of Plant Science**, v.2, p.37-45, 2011.

ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semiárido Nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 8, p. 789-799, 2004.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2.ed. rev. amp. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2007.

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; VIEIRA, R. M.; MOREIRA, J. de A. N. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Nordeste do Brasil**. Embrapa-CNPA. Circular Técnica, 25. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997.

BABITA, M.; MAHESWARI, M.; RAO, L.M.; SHANKER, A.K.; RAO, D.G. **Osmotic adjustment, drought tolerance and yield of castor (*Ricinus communis*L.) hybrids.** Environmental and Experimental *Botany*, v. 69, p.243-249, 2010.

BRADBERRY, S**. Ricin and abrin. Medicine**, v. 35, p. 576-577, 2007.

BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. C. dos; ARAÚJO, J. M. de; SANTOS, J. W. dos; OLIVEIRA, S. R. de M. Diagnóstico preliminar da cultura do amendoim no Estado da Bahia. In: Relatório Técnico Anual, 1992-1993. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1994. p. 381-383.

BARROS, M. A. L.; SANTOS, R. F. dos; BENATI, T.; FIRMINO, P. de T. Importância econômica e social. In: BELTRÃO, N. E. de M., VIEIRA, D. J. (Ed.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnologia, 2001.

BEARD, B. H. The sunflower crop. **Scientific American**, v. 244, p.150-161, 1981.

BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. **Gergelim cultura no trópico semiárido Nordestino**. Embrapa-CNPA. Circular Técnica, 18. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1994.

BELTRÃO, N. E. de M. Importância da cultura do gergelim para a região Nordeste. **CNPA Informa**, n. 19, p. 5, 1995.

BELTRÃO, N. E. de M. Origem e história. In: BELTRÃO, N. E. de M; VIEIRA, D. J. **O agronegócio de gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 17-20.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L.C.; MELO, F.B. Mamona consorciada com feijão visando produção de biodiesel, emprego e renda. **Bahia Agrícola**, v.5, p.34-37, 2002.

BELTRÃO, N. E. de M.; CARTAXO, W. V. Considerações gerais sobre o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) e a necessidade urgente de pesquisas, desenvolvimento e inovações tecnológicas para esta planta nas condições brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 3., 2006, Varginha, MG. Biodiesel: evolução tecnológica e qualidade. **Anais...**, Lavras: UFLA, 2006.

BELTRÃO, N. E. M. CARTAXO, W. V, CARDOSO, G.D. Segmentos do agronegócio da mamona. I. diagnóstico da ricinocultura da região de Irecê, Estado da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande – PB. Manual do congressista: energia e sustentabilidade. Campina. Campina Grande: **Anais...**, 2004. CD-ROM.

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas potenciais do nordeste para a produção de biodiesel**. Embrapa-CNPA. Documentos, 177. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2007.

BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2001.

BELTRÃO, N. E. de M.; VALE, L. S. do V.; XAVIER, J. de F. Industrialização do caroço do algodão. In: FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão no cerrado do Brasil**. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. 2007. p. 853-869.

BIOND, A.; MONTEIRO, M.; GLASS, V. **O Brasil dos biocombustíveis**: palmáceas, algodão, milho e pinhão manso. [S.l] : Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis-ONG Repórter Brasil, 2008.

BRITO, R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; HENRIQUE, W.; CATTELAN, J.W.; ROUTMAN, K. de S. Degradabilidade in situ e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas balanceadas para diferentes ganhos de peso e potenciais de fermentação microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1639-1650, 2007.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas**. Lavras: UFLA, 1999.

CALVASIN JUNIOR, C. P. **A cultura do girassol**. [S.l]:Guaíba Agropecuária. 2001.

CANOLA. COUNCIL OF CANADA. **Canola**. Winnipeg, 1999.

CARLSSON, A. S.; CLAYTON, D.; SALENTIJN, E.; TOONEN, M. **Oil crop platforms for industrial uses**. Epobio: realising the economic potential of sustainable resources - bioproducts from non-food crops. [New York]: CNAP; University of York, 2007.

CARVALHO, B. C. L. de; PEIXOTO, S. E.; OLIVEIRA, E. A. S.; **Potencialidades das oleaginosas cultivadas no Estado da Bahia para a produção de biodiesel**. 2006. Disponível em: <http://www.ebda.ba.gov.br.>. Acesso em: 25 fev. 2011.

CARVALHO, L.P.; RODRIGUES, J.I.S.; FARIAS, F.J.C. Seleção de linhagens de algodão para alto teor de óleo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 52, p.530-538, 2017.

CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A. **Cultura do girassol**: tecnologia de produção. Embrapa-CNPSo. Documentos, 67. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1997.

CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. de. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 2005. p. 163-218.

CHERRY, J. P. Cottonseed oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 60, p. 360–367, 1983.

CONAB. **Estimativa de área plantada** – safras 2017/2018. Disponível em: http:\\www.conab.gov.br/política agrícola/safra/cptarebr.cfm. Acesso em: 10 jun. 2018.

CORRÊA, J. R. V. **Algodoeiro**: informações básicas para seu cultivo. Embrapa – Uepae Belém. Documentos, 11. Belém: Embrapa – Uepae Belém, 1998.

DIB, F.H. Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador. Dissertação de mestrado em Engenharia mecânica. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira, SP. 2010.

DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; PAIVA, L. E.; MORGADO, L. B.; REIS, E. M. Produção de pinhão manso no semi-árido brasileiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS, 1., 2007, Teresina. Energia de resultados: **Anais...**, Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007.

FAO. **Agriculture production, crops primary**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/ faostat/collections>. Acesso em: 2 set. 2010.

FREIRE, E.C.; BELTRÃO, N.E. de M.; VALE, D.G. **Cultivar BRS Aroeira (elevado teor de óleo) e o seu manejo cultural**. 2.ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 folder.

FIRMINO, P. de T. **Gergelim**: sistema de produção e seu processo de verticalização, visando à produtividade no campo e melhoria da qualidade da alimentação humana. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1996. Premio Jovem Cientista.

GONÇALVES N. P; FARIA, M. A. V. de R.; SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D. Cultura da Mamoneira. **Informe Agropecuário**, v. 26, p. 28-32, 2005.

HELLER, J. **Physic nut *Jatropha curcas* L. promoting the conservation and use of underutilized and neglected**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Série Cadernos de Altos, 1. Brasília: Coordenação de Publicações, 2004. p. 13-60.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2017.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>. Acesso em: 04 ago. 2018.

JUNGERMANN, E.; SONNTAG, N. O. V. **Glycerine** - a key cosmetic ingredient. New York: Marcel Dekker, 1991.

KISS, A.A.; DIMIAN, A.C.; ROTHENBERG, G. Biodiesel by catalytic reactive distillation powered by metal oxides. **Energy Fuel**, v. 22, p. 598-604, 2008.

LIMA, L.P.; LOPES, A.; OLIVEIRA, M.C.J.; NEVES, M.C.T.; KOIKE, G.H.A. Comparativo entre biodiesel de dendê e tucumã no desempenho operacional de trator agrícola. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 234-243, 2012.

MIYAHARA, Y.; HIBASAMI, H.; KATSUZAKI, H.; IMAI, K.; KOMIYA, T. Sesamolin from sesame seed inhibits proliferation by inducing apoptosis in human lymphoid leukemia Molt 4B cells. **International Journal of Molecular Medicine**, v. 7, p. 369-371, 2001.

MONTEIRO, J. M. G. **Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semiárido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas**. 2007. 302p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MOREIRA, F.B. Subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, Autores convidados, v.2, n.36, Art#356, Set2, 2008.

MOTHÉ, C. G.; CORREIA, D. Z.; CASTRO, B. C. S.; CAITANO, M. Otimização da produção de biodiesel a partir de óleo de mamona. **Revista Analytica**, ano 4, n. 19, p. 40-44, out./nov. 2005.

OILSEEDS: **Word Markets and Trade**. Washington: USDA, 2000.

OLIVEIRA, A. J. de; RAMALHO, J. (Coord.). **Plano Nacional de Agroenergia**: 2006 - 2011. 2. ed. rev. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

PAES, J. M. V. Utilização do girassol em sistema de cultivo. **Informe Agropecuário**, v. 26, p. 34-41, 2005.

PARENTE, E. J. de S. **Biodiesel**: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003.

PEIXOTO, A. R. Gergelim ou sésamo. In: PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas herbáceas.** São Paulo: Nobel, 1972. p. 63-71.

PEREA-FLORES, M.J.; CHANONA-PÉREZ, J.J.; GARIBAY-FEBLES, V.; GALDERÓN-DOMÍNGUEZ, G.; TERRÉS-ROJAS, E.; MENDOZA-PERES, J.A.; HERRERA-BUCIO, R. **Microscopy techniques and image analysis for evaluation of some chemical and physical properties and morphological features for seeds of the castor oil plan (***Ricinus communis***). Industrial Crops and Products**, v. 34, p. 1057-1065, 2011.

PURCINO, A. A.; DRUMMOND, O. A. **Pinhão manso**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1986.

RAMOS, L. P.; DOMINGOS, A. K.; KUCEK, K. T.; WILHELM, H. M. Biodiesel: um projeto de sustentabilidade econômica e socioambiental para o Brasil. **Biotecnologia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 31, p. 28-37, 2003.

SANKAR, D.; SAMBANDAM, G.; RAO, M. R.; PUGALENDI, K.V. Impact of sesame oil on nifedipine in modulating oxidative stress and electrolytes in hypertensive patients. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v. 13, p. 107, 2004.

SANTOS, R. C.; GONDIM, T. M. S, FREIRE, R. M. M. **Cultivo do amendoim**: mercado e comercialização. Sistemas de Produção, 7. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/ CultivodoAmendoim/index.html>. Acesso em: 15 out. 2008.

SATURNINO, H. M.; PACHECO, D. D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, v. 26, p. 44-78, 2005.

SAVY FILHO, ANGELO. **Mamona tecnologia agrícola**. Campinas: Emopi, 2005.

SILVA, M. N. A cultura do girassol. Jaboticabal: Funep,1990.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. **Pragas: sempre via manejo integrado. A Granja,** p. 50 - 53, 10 fev. 2013.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S.; MIRANDA, J.E.; ALMEIDA, R.P.; RODRIGUES, S.M.M.; ALBUQUERQUE, F.A. **Sugestões técnicas para o manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil.** Embrapa-CNPA. Circular Técnica, 135. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2013.

SMITH, C. W. & CREELMAN, R.A. Vitamin E concentration in upland cotton seeds. **Crop Science, v.** 41**,** p. 577–579, 2001.

SINGH, U.; SINGH, B. Tropical grain legumes as important human foods. **Economic Botany,** v. 46, p. 310-321, 1992.

SUASSUNA, T. M. F.; SANTOS, R. C.; GONDIM, T. M. S. **Cultivo do Amendoim**: importância econômica. Sistemas de Produção, 7. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/ CultivodoAmendoim/index.html>. Acesso em: 15 out. 2008.

SUASSUNA, T. M. F.; COUTINHO, W. M.; SOFIATTI, V.; SUASSUNA, N. D.; GONDIM, T. M. S. **Manual de boas práticas agrícolas para a produção do amendoim no nordeste do Brasil**. Embrapa-CNPA. Documentos 207. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2008.

UNGARO, M. R. G. **Instruções para a cultura do girassol**. Boletim Técnico, 105. Campinas: IAC, 1986.

VASUDEVAN, P.; SHARMA, S.; KUMAR, A. Liquid fuel from biomass: an overview. **Journal Science Industry Research**, v. 64, p. 822-831. 2005.

XU, Z.; LI, J.; GUO, X.; JIN, S.; ZHANG, X. Metabolic engineering of cottonseed oil biosynthesis pathway via RNA interference. **Scientific reports**, v.6, 33342, 2016.

YERMANOS, D., HEMSTREET, S., SALEEB, W. & HUSZAR, C. Oil content and composition of the seed in the world collection of sesame introductions. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 49, p. 20–23, 1972.

WEISS, E. A. Sesame. In: WEISS, E. A. Oilseeds crops. London: Longman, 1983. p. 282-340.

WERE, A. A.; ONKWARE, A., WELANDER, S. G. M.; CARLSSON, A. S. Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. **Field Crops Research**, v. 97, p. 254-260, 2006.

Capítulo 3

Manejo e produção de suínos no ambiente semiárido

Alberto Neves Costa
Terezinha Domiciano Dantas Martins
Faviano Ricelli Costa e Moreira
Rômulo Menna Barreto Valença

1 INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas a suinocultura brasileira tem experimentado um crescimento exponencial, com um incremento significativo do seu rebanho, com estatísticas recentes apontando para um efetivo de 2.428 milhões de matrizes, sendo que desse total 1.514 milhões de fêmeas são classificadas como "tecnificadas" e nas quais os índices produtivos e reprodutivos devem alcançar 30 leitões desmamados/matriz/ano (HANNAS; ORLANDO, 2009). Neste contexto, a formação e/ou fusão de grandes empresas de integração de suínos, principalmente no Sul e no Centro-Oeste, têm exigido um maior nível de qualificação da mão-de-obra e do uso de tecnologias para atender as exigências do setor produtivo ligado diretamente à produção de suínos em escala industrial.

Mesmo considerando que o rebanho suíno brasileiro está concentrado na região Sul, que detêm 43% do efetivo, tendo em vista o clima ameno, a logística de mercado e a infraestrutura técnico-industrial, deve-se atentar para o fato de que o Nordeste ocupa a segunda posição no *ranking* com

22% do plantel nacional, mesmo considerando que ainda existem muitos criatórios que não adotam tecnologias compatíveis com o aumento da produtividade e a maior rentabilidade da criação. Cabe registrar que nas décadas de 70 e 80 houve um grande incremento na importação de reprodutores das raças Landrace, Large White, Duroc e Wessex para promover o melhoramento genético da suinocultura nordestina, através de cruzamentos, fato que representou uma etapa importante no crescimento deste setor produtivo na Região, a despeito da dependência na importação de insumos básicos para elaborar as rações, a exemplo do milho, soja e concentrados e da falta de infraestrutura e logística da maioria dos criatórios regionais.

Em tempos recentes inúmeros plantéis nordestinos passaram a ser formados a partir da aquisição de animais oriundos de genéticas híbridas comercializadas por empresas multinacionais, como Agroceres-PIC, DB-Dan Bred, Genetic Porc, Pen ar Lan e Topigs Dalland (MARTINS; ALFARO; COSTA, 2006; HANNAS; ORLANDO, 2009). Dessa forma, apesar de numericamente expressiva, a criação regional de suínos ainda carece da adoção de novas tecnologias ajustadas à realidade dos climas tropicais, com ênfase em novas práticas de manejo para atender às necessidades dos animais melhorados, em termos de nutrição, reprodução, sanidade e ambiência, de forma a permitir um incremento nos índices produtivos e reprodutivos das granjas. O objetivo deste trabalho é atualizar e discutir alguns conceitos e estratégias de manejo que contribuam para viabilizar uma produção de suínos que seja racional e economicamente sustentável em regiões nas quais a atividade necessite de melhoria na produtividade, a exemplo do Nordeste brasileiro.

2 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO DE SUÍNOS AO CALOR

Como animal homeotermo, o suíno apresenta uma temperatura corporal entre 38,6 e 39,3ºC e frequência respiratória normal entre15 a 25 movimentos por minuto, e mostra-se sensível às altas temperaturas ambientais devido a algumas de suas características anátomo-fisiológicas: presença de tecido adiposo subcutâneo; sistema termorregulador deficiente e limitada capacidade de perda de calor por sudorese, devido à queratinização, além de reduzido número de glândulas sudoríparas e elevado padrão metabólico. Por outro lado, as respostas fisiológicas adaptativas dos suínos ao

calor englobam vasodilatação periférica, aumento da taxa de produção de suor (taxa de sudorese), da frequência respiratória, da temperatura da pele e dos batimentos cardíacos, e redução no metabolismo basal e energético, com a correspondente redução no consumo de alimentos (DONIN et al., 2007; RODRIGUES et al., 2010).

As observações acima se revestem de grande importância nas regiões mais quentes do Brasil, uma vez que os sistemas de criação extensivo e semi-intensivo foram sendo gradativamente substituídos por criatórios intensivos, onde os suínos (varrões, porcas, leitões e animais de recria e engorda) permanecem confinados durante todo o ciclo reprodutivo e produtivo; além disto, as recomendações técnicas adotadas para atender às exigências nutricionais, reprodutivas e sanitárias das novas genéticas vêm exigindo de produtores e técnicos o uso de novas estratégias de manejo que possam garantir níveis de produtividade competitivos, porém sem comprometer a saúde e o bem-estar dos animais.

A implantação de granjas de suínos com maior nível de tecnologia em áreas com temperaturas elevadas, a exemplo do semiárido nordestino, exige a adoção de estratégias de ambiência e manejo que minimizem a produção de calor endógeno, o desconforto térmico e o comprometimento do desempenho dos animais. Deve ser dispensada atenção especial ao **ambiente das instalações** (material empregado, orientação dos galpões, ventilação, sombreamento, disponibilidade de água potável, acesso a piquetes etc.), como forma de garantir a homeostase dos animais através de mecanismos fisiológicos e reações comportamentais de adaptação ao ambiente; a **formulação de dietas** com menor densidade energética e/ou o fornecimento de ração umedecida, para evitar que o processo de digestão e metabolismo alimentar gere mais calor; a **seleção de reprodutores** geneticamente superiores e saudáveis (oriundos de leitegadas numerosas e pesadas, aparelho mamário bem desenvolvido, boa capacidade de adaptação e livres de doenças) e a **adoção de práticas de manejo** (nutricional, reprodutivo e sanitário) que sejam adaptadas à realidade dos criatórios regionais.

Os reprodutores suínos mantidos em ambientes quentes são frequentemente expostos a situações de estresse térmico crônico, o que pode comprometer o seu desempenho reprodutivo e produtivo (maturidade sexual, libido, produção e qualidade do sêmen e de óvulos, produção de leite, dentre outros) em face de alterações no seu perfil endócrino e metabólico. O estresse pode ser definido como uma reação do organismo a alterações do

ambiente, em uma tentativa de manter a homeostase e, no caso do estresse térmico, promover a termorregulação da temperatura corporal. Vários hormônios estão envolvidos na resposta ao estresse ambiental, dentre eles o adrenocorticotrópico (ACTH), glicocorticoides, catecolaminas e prolactina, o que demonstra a importância das glândulas adrenais nas reações hormonais ao estresse, visto que elas estão envolvidas na atividade neuroendócrina do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal que controla a reprodução (DONIN et al., 2007).

Por sua vez, os leitões lactentes estão sujeitos ao estresse pelo frio nas maternidades ou nas gaiolas, principalmente, na primeira semana de vida, em face da dificuldade em se compatibilizar com as exigências de temperatura ambiental para as porcas (18-25ºC) e suas respectivas leitegadas (32-34ºC). É importante atentar ao percentual na ocorrência de natimortos (pré- e pós-parto) e de mortalidade dos leitões na primeira semana de vida e durante a lactação e no pós-desmame, visto que responde por até 25% das perdas. Tem sido registrado que o intervalo entre nascimentos, a ordem de nascimento e o peso corporal dos leitões podem influenciar na ocorrência de natimortalidade (BORGES et al., 2008). Segundo estes autores, o peso ao nascer abaixo de 1200g e a ordem de nascimento acima do 10º leitão aumentam a taxa de natimortos. Conforme citado por Furtado et al (2007), leitões que nasceram com peso acima de 1800g apresentaram uma taxa de mortalidade de 5,6% enquanto os que pesaram entre 1201g e 1800g e abaixo de 1200g mostraram taxas de 12,1% 31,3%, respectivamente. O efeito danoso do baixo peso ao nascer está associado aos diversos prejuízos na adaptação ao ambiente, à desvantagem física na competição por tetos viáveis, a menor viabilidade e a demora para mamar o colostro, resultando em deficiente suporte energético e proteção humoral.

Além das causas citadas, leitões leves apresentam maior superfície em relação ao peso corporal, menor reserva de lipídios e glicogênio e reduzida capacidade de manter a homeotermia, o que favorece a redução da temperatura corporal após o nascimento, expondo os lactentes à hipotermia e/ou hipoglicemia, o que os torna mais vulneráveis a esmagamentos e infecções secundárias (FURTADO et al., 2007). Para minimizar as variações no ganho de peso diário e no peso ao desmame, foram sugeridas algumas estratégias de manejo, tais como: equalização das leitegadas e manejo adequado durante a mamada, através da orientação dos lactentes para mamarem nos tetos anteriores, auxiliando principalmente os mais leves e os que têm menor capacidade de estimulação da glândula mamária nas primeiras mama-

das, de forma a se evitar que percam parte do leite ou a mamada completa (FURTADO et al., 2007).

Nos animais de recria e engorda deve-se minimizar os efeitos do estresse térmico nas instalações através da disponibilidade de ventiladores e/ou aspersores que auxiliam na renovação do ar quente e na diminuição da temperatura no interior do galpão e das baias, do fornecimento de dietas mais palatáveis e menos energéticas e, se possível, umedecidas durante os períodos mais quentes do dia, evitando-se, assim, várias situações de estresse, como hipertermia, agressão e canibalismo, redução do consumo de alimentos, piora da conversão alimentar, perda de peso, presença de refugos e mortes. Em leitões desmamados, a estratégia é fornecer um alimento bem palatável, contendo nutrientes de excelente digestibilidade, que seja fornecido várias vezes ao dia, em comedouros apropriados e com acesso livre à água fresca e potável (MARTINS et al., 2006).

3 MANEJO, AMBIÊNCIA E DESEMPENHO DOS SUÍNOS

Sob condições de climas tropicais, a temperatura elevada representa um dos fatores ambientais que mais interfere no comportamento e nos processos fisiológicos e metabólicos dos suínos, em todas as fases do ciclo de produção, situação que se agrava quando associada a uma alta umidade relativa do ar. Dessa forma, no manejo de suínos se deve considerar também que outros fatores como genética, doenças e principalmente nutrição podem influenciar negativamente o desempenho dos animais.

Os efeitos do estresse térmico sobre a eficiência reprodutiva de varrões resultam em retardamento na puberdade e diminuição na qualidade dos ejaculados, traduzida por menor volume de sêmen e de espermatozoides, baixa motilidade dos espermatozoides, aumento na porcentagem de patologias espermáticas (gotas citoplasmáticas proximais e distais, deformidades de acrossoma, peça intermediária e cauda) e diminuição da capacidade fecundante do sêmen (DONIN et al., 2007). Tomando como referência as novas genéticas, Valença et al. (2007) enfatizaram que dietas específicas podem influenciar o potencial reprodutivo dos varrões, sendo que tal desempenho se baseia na avaliação da libido e do número de células espermáticas geradas por unidade de tempo e sua capacidade de fecundar os óvulos. Concluíram que uma produção adequada de espermatozoides férteis, alta libido e

boa capacidade de realizar a monta são características essenciais para um bom desempenho dos varrões em serviço (Figura 1).

Figura 1– Varrão de alta libido estimulando o estro e mostrando bom desempenho na monta (Projeto Suínos – Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN)

Fonte: acervo dos autores.

Um dos aspectos mais importantes no manejo dos varrões é o tipo de instalação destinada a garantir o bem-estar dos animais; sob condições de elevadas temperaturas do ambiente esses animais devem ser mantidos em baias com piso de concreto não abrasivo, bem ventiladas, com área mínima de 6 a 9 m^2 e providas de bebedouro com boa vasão de água fresca; preferencialmente, devem permitir o acesso a piquete para exercício e realização das montas sem acidentes, as quais deverão ser realizadas nas horas mais frescas do dia (início da manhã e final da tarde), a intervalos de 12 horas, e com descanso dos animais por um período mínimo de 48 horas. O estresse térmico pode reduzir o volume e a qualidade dos ejaculados, com menor produção de espermatozoides, aumento da porcentagem de espermatozoides defeituosos e redução da motilidade (DONIN et al., 2007).

No caso da granja utilizar reprodutores para a colheita de sêmen e inseminação artificial recomenda-se o treinamento diário no manequim a partir dos170 a 180 dias de idade, em sessões de 10 a 15 minutos, com o auxílio de um operador bem treinado para condicioná-los ao procedimento de colheita pelo método da mão enluvada em copo coletor isotérmico. De acordo com a idade dos varrões, as colheitas poderão ser de uma a duas vezes por semana, sendo sempre realizadas no período da manhã e após fazer a higiene da região prepucial do pênis (MARTINS et al., 2006). Após a colheita do

ejaculado, se tem o sêmen com um volume médio de 150 a 300ml e a fração gelatinosa (média de 41,0 g) separada por meio de filtro específico adaptado ao copo coletor (Figura 2). Em seguida, serão feitas análises seminais das seguintes características: volume (ml), peso da fração gelatinosa (g), vigor (escala de 0 a 5), motilidade (%), concentração espermática (10^6sptz/ml), total de espermatozoides (10^9sptz/ml) e morfologia espermática (%).

Figura 2 – Colheita no manequim e filtragem da fração gelatinosa do sêmen (Projeto Suínos/ Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN)

Fonte: acervo dos autores.

Com relação às fêmeas destinadas ao plantel de reprodução, deve-se levar em conta que o desempenho das leitoas na fase pré-púbere, avaliado pelo ganho de peso e espessura de toucinho, pode afetar o aparecimento da puberdade e o desenvolvimento do aparelho mamário (SORENSEN et al., 2006; TUMMARUK et al., 2007); além disto, idade e peso à puberdade e idade e peso ao primeiro serviço são essenciais para que as matrizes produzam leitegadas superiores a 10 leitões e tenham uma vida útil de pelo menos cinco partos produtivos (ROZEBOOM; JOHNSTON, 2001).

Um dos maiores desafios para melhorar a produtividade e ampliar a longevidade da fêmea é estabelecer algumas características: idade, peso e espessura de toucinho (ET) para fazer a primeira monta; em geral, a taxa de crescimento e a ET são determinadas pela genética usada e pelo nível de consumo alimentar no período pré-púbere (MARTINS, 2010).Segundo Hannas e Orlando (2009) ficou decidido que o peso adequado de uma primípara de genética atual será entre 175-190 kg para que se evite uma perda excessiva de peso na primeira lactação; indicaram também que a produtividade se reduz significativamente com uma espessura de gordura dorsal

menor do que 9 mm e área de olho de lombo inferior a 36 cm^2. Em leitoas mestiças Landrace x Yorkshire (TUMMARUK et al., 2007) mostraram que o primeiro estro das fêmeas ocorreu aos 195 dias de idade, 106 kg de peso vivo e 13 mm de ET; contudo, o tamanho da leitegada em três partições consecutivas foi maior nas leitoas que exibiram o primeiro estro entre 181 e 200 dias de idade, com 110 kg de peso e 13,1 a15 mm de ET.

Recentemente, Amaral Filha et al. (2010) constataram que independente da idade da leitoa, taxas de crescimento do nascimento à cobertura em torno de 700 g/dia e ET entre 16 e 17 mm na primeira cobertura geram leitegadas maiores. Contudo, quando o ganho em peso diário excede 770 gramas verifica-se uma maior incidência de leitões natimortos ao parto e com baixo peso ao nascer (Tabela 1), talvez por conta da maior duração do parto e da menor viabilidade dos leitões fracos nascidos de matrizes gordas.

Tabela 1– Características de matrizes primíparas e de suas leitegadas ao parto de acordo com a taxa de crescimento entre o nascimento e a primeira cobertura

Características	Taxa de crescimento, g/dia		
	600 a 700	701 a 770	771 a 870
Peso ao parto, kg	196a	206,7b	217,0c
Espessura de toucinho, mm	16,6a	17,0ab	17,3b
Número total de leitões nascidos	12,0a	12,5b	12,9b
Número de leitões nascidos vivos	10,9	11,3	11,3
Natimortos, %	5,5a	6,1a	8,7b
Natimortos intrapartos	4,7a	5,1a	7,2b
Leitões com peso menor 1.200 g	2,5a	2,8b	3,1b

Fonte: Amaral Filha et al. (2010).

O incremento na produtividade da matriz suína depende de inúmeros fatores envolvidos no sistema de produção, quais sejam: número de leitões nascidos vivos e sua taxa de sobrevivência ao desmame, intervalo desmame-estro e número de dias não produtivos (DNP). Este último pode ser influenciado pelos seguintes parâmetros: dias em anestro pós-desmame (aumenta o intervalo desmame-cobertura); repetição do estro pós-desmame; dias até o teste de prenhez negativo (pode acumular no mínimo 46 DNP); dias em que a matriz permaneceu vazia após a cobertura; dias de demora para o descarte da fêmea; dias de intervalo entre a cobertura e a morte ou aborto das gestantes; dias desde a entrada das leitoas no plantel até sua cobertura

efetiva; e dias em anestro das leitoas (SESTI; SOBESTIANSKY, 1998). Logicamente, em um sistema de produção racional deve-se considerar o potencial reprodutivo biológico (PRB) anual da fêmea, que nas condições de criação do Nordeste sugerimos que sejam usados valores compatíveis com a realidade regional, ou seja: PRB = 365/(gestação (114 dias) + lactação (25 dias) + intervalo desmame-estro (7 dias), evitando-se, assim, extrapolar os limites fisiológicos e metabólicos das matrizes em produção, e que podem vir a comprometer a condição corporal, a saúde e o bem-estar dos animais.

O desempenho produtivo dos suínos, ou fenótipo, depende do genótipo e do ambiente, bem como de possíveis interações entre ambos. Esta interação entre genótipo e ambiente refere-se ao desempenho diferenciado de dois ou mais genótipos (raças) submetidos a diferentes condições de criação (IRGANG, 1998). Mudanças como aumento no tamanho da leitegada ao nascer e ao desmame, redução na idade de abate, melhoria da conversão do alimento consumido em carne, redução na espessura do toucinho e aumento no rendimento de carne podem ser obtidas por melhorias na ambiência, que têm efeito temporário, e por melhorias genéticas do plantel, que tem efeito permanente (INGANG, 1998). No caso de criações no semiárido é importante considerar as condições em que os animais estão alojados e mostrem o seu potencial, em especial as matrizes, uma vez que o alojamento em baias coletivas mostrou-se mais adequado às condições de conforto e bem-estar das fêmeas gestantes, visto que apresentaram uma menor incidência de condutas resultantes do estresse ambiental, estereotipias e interações agressivas (SILVA et al., 2008).

O fornecimento de uma alimentação adequada na gestação determina o tamanho e a viabilidade subsequente dos leitões ao nascer e a quantidade de tecido mamário e, assim, a produção potencial de leite durante a lactação (COSTA, 2000). Caso contrário, o catabolismo lactacional pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento folicular e a qualidade dos oócitos, ocasionando uma má qualidade do corpo lúteo para manter a gestação; além disso, oócitos de baixa qualidade podem gerar embriões pouco viáveis ou incapazes de uma sinalização endócrina da gestação (VARGAS et al., 2009).

Durante a gestação, as matrizes devem receber todos os nutrientes necessários para mantença, crescimento fetal e para promover o ganho em peso satisfatório ao parto, mantendo a condição corporal, o aumento da taxa metabólica, o crescimento da vascularização e o tamanho do útero, bem como o desenvolvimento das glândulas mamárias em preparação para o período lactacional, sem provocar qualquer alteração que possa afetar negativamen-

te os parâmetros reprodutivos e/ou produtivos (MARTINS, 2010). Fêmeas que perdem 5% do peso corporal na gestação parem 0,8 leitão a mais do que aquelas que perdem mais de 10% do seu peso e matrizes que perdem mais de 8% do seu peso corporal durante a lactação não devem ser acasaladas no primeiro estro pós-desmame, e sim recuperadas para a inseminação ou monta serem realizadas no estro seguinte (SCHENKEL et al., 2010).

Sob condições de neutralidade térmica, o consumo alimentar voluntário das matrizes suínas diminui rapidamente no período pós-parto, sendo seguido por um aumento de 15% nas multíparas de acordo com o estágio de lactação. Em condições de estresse térmico, as fêmeas reduzem o consumo alimentar, o tamanho das refeições diárias e o tempo de ingestão, porém diversificam as respostas, e concentram as atividades de ingestão de alimentos nos períodos mais frios do dia (MARTINS et al., 2006; MARTINS et al., 2008b). Sob condição de desconforto térmico (temperatura média de 28,5ºC), Martins et al. (2008b) observaram uma interação ($P<0,05$) entre ordem de parto e estágio de lactação para consumo diário de ração (kg/dia), com valores menores para as fêmeas primíparas durante todos os estágios da lactação, tendo o consumo alimentar das multíparas sofrido um aumento gradual do parto para o segundo e terceiro estágio de lactação (Tabela 2).

Tabela 2– Efeitos da ordem do parto e do estágio de lactação sobre o consumo de ração (kg/dia) de matrizes suínas híbridas mantidas em ambiente quente

Consumo de ração (kg/dia)[1]	Ordem do parto			
	1ª	2ª	3ª	≥ 4ª
Estágio 1[2]	4,31^{aB}	4,50^{cA}	4,40^{cA}	4,64^{cA}
Estágio 2	4,15^{bB}	5,60^{bA}	5,66^{bA}	5,36^{bA}
Estágio 3	4,92^{aB}	6,19^{aA}	6,19^{aA}	6,40^{aA}
Média	4,46	5,43	5,42	5,47

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: [1]CV (11,67).[2]Os estágios 1, 2 e 3 correspondem aos intervalos durante a lactação (da equalização ao 7º dia, do 8º ao 14º dia e do 15º dia ao desmame da leitegada, respectivamente). Médias seguidas da mesma letra minúscula, nas colunas, e da mesma letra maiúscula, nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Acredita-se que durante os estágios iniciais da lactação o consumo alimentar voluntário das fêmeas esteja limitado pela menor capacidade morfofuncional do trato gastrointestinal, que precisa de ajustes para adaptar-se

a ingestão de maior volume de ração, bem como, pelas mudanças relacionadas com a fisiologia do parto, a mobilização de reservas corporais e ainda pela postura adotada pela matriz (MARTINS et al., 2008b).

Tem sido relatado que temperaturas acima de 24ºC nas instalações afetam a eficiência reprodutiva de porcas, com atraso na maturidade sexual, redução da fertilidade, taxa elevada de retorno ao estro e maior mobilização de gordura corporal durante a lactação (SILVA et al., 2008). O estresse pode causar de falha na lactação, devido a um bloqueio da ação da ocitocina nas células mioepiteliais pelos altos níveis de corticosteroides circulantes, estando associado às mudanças emocionais e de ambiente (temperatura, umidade, odor, ventilação e exercício associados ao novo ambiente na maternidade), com efeito marcante nas fêmeas primíparas (BORTOLOZZO; WENTZ, 2007).

O estresse térmico se reflete em mudanças na postura e conduta das matrizes, que associadas às alterações no comportamento ingestivo respondem pelo baixo desempenho das fêmeas e suas leitegadas, porém quando a exposição ao calor ocorreu em um período mais longo as matrizes foram mais reativas, reduzindo a frequência de postura em decúbito lateral e o número de amamentações terminadas pelos leitões (Figura 3), com o mesmo padrão de conduta materna, independente da ordem do parto, sugerindo uma possível adaptação fisiológica ao ambiente (MARTINS et al., 2008b).

Figura 3 – Conduta materna da porca em decúbito lateral durante a lactação e mudança na postura (decúbito ventral) para suspender a amamentação dos leitões (Projeto Suínos – Escola Agrícola de Jundiaí/UFRN)

Fonte: acervo dos autores.

Durante a lactação as matrizes suínas são submetidas a vários ajustes fisiológicos e metabólicos, como forma de garantir a produção de leite,

contudo, as interações observadas entre produção de leite, peso, composição corporal e consumo alimentar são muito complexas e podem ser influenciadas por fatores maternos, nutricionais e/ou ambientais (MARTINS et al., 2008a). O estado metabólico da porca é determinado pela interação de três fatores: quantidade de nutrientes absorvidos, quantidade de reservas proteicas e de gordura e composição do leite produzido; nas primíparas, a mobilização de reservas corporais nem sempre é capaz de tamponar o déficit de proteína, devido ao mau balanceamento da dieta ou ao menor consumo de alimento (BIERHALS et al., 2011). Este fato torna-se particularmente relevante nas fêmeas de genética moderna, as quais foram selecionadas para exibir uma alta prolificidade e, dessa forma, precisam incrementar a produção de leite com vistas a atender a demanda nutricional de leitegadas mais numerosas.

Tal desempenho só se manifesta sob condições ambientais adequadas e estão correlacionadas com ordem de parto, estágio de lactação, tamanho de leitegada, peso corporal dos leitões, número de amamentações, regime alimentar, dieta e *status* metabólico da fêmea (MARTINS et al., 2007). Estes autores estudaram matrizes híbridas de diferentes ordens de parto e estágios de lactação, com equalização de leitegadas 48 horas pós-parto, e no 7º, 14º e desmame (22,23 dias), na Zona da Mata de Pernambuco, sob temperaturas médias de 28,5ºC, e concluíram que naquelas condições ambientais a ordem do parto interferiu significativamente tanto na produção de leite quanto no ganho em peso dos leitões, sendo que o estágio de lactação influenciou apenas a produção de leite das matrizes (Tabela 3).

Tabela 3 – Efeitos da ordem do parto e do estágio de lactação sobre a estimativa de produção de leite de matrizes suínas híbridas e do ganho em peso de suas leitegadas

Fatores	Produção de leite (kg dia^{-1})	Ganho em peso dos leitões (g dia^{-1})
Ordem do parto		
1ª	6,75 ± 1,48^{b}	166 ± 0,25^{b}
2ª	7,46 ± 1,47^{ab}	185 ± 0,10^{ab}
3ª	7,90 ± 1,97^{a}	214 ± 0,50^{a}
≥ 4ª	7,50 ± 2,10^{ab}	190 ± 0,36^{ab}
Estágio de lactação[1]		
1	6,04 ± 1,27^{c}	176 ± 0,42^{a}
2	7,47 ± 1,56^{b}	194 ± 0,21^{a}
3	8,58 ± 1,76^{a}	199 ± 0,15^{a}
CV	20,04	25,95

Fonte: elaborada pelos autores.

Notas: [1]Os estágios de lactação 1,2 e 3 correspondem aos intervalos entre a equalização ao 7º, 8º ao 14º dia e 15º de lactação ao desmame, respectivamente. Nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, considerando o mesmo fator.

Tais resultados mostram que as fêmeas primíparas produzem menor quantidade de leite, provavelmente, em razão de diferenças fisiológicas relacionadas ao consumo alimentar e a partição de nutrientes entre os tecidos maternais; por outro lado, houve um incremento na produção de leite (24% entre o 8º e o 14º dia de lactação e de 42% entre o 15º de lactação e o desmame (média de 22,23 dias) em relação à produção estimada na 1ª semana pós-parto (MARTINS et al., 2007). Como houve semelhança no número de leitões nos estágios finais de lactação, presume-se que estes achados estejam relacionados com o aumento do consumo alimentar das matrizes e do peso vivo dos leitões, que se mostraram mais ativos nas tetas ao longo do período de lactação, e as alterações observadas nos tecidos mamários, em associação com o maior número e atividade das células mamárias (MARTINS et al., 2007). De acordo com Bierhals et al. (2011) a uniformização cruzada de leitões com peso ao nascer entre 1,2 a 1,6 kg, realizada de oito a 24 horas após o parto, entre fêmeas de ordem de parto 1 e 5, não afetou o desempenho de leitões biológicos e adotados, quando a amamentados em fêmeas da mesma ordem de parto. Portanto, a viabilidade do leitão é fator importante durante o aleitamento, pois a descida do leite ocorre em um curto intervalo de tempo (com duração de 10 a 20 segundos), sendo que o

leitão necessita de 20 segundos para consumir de 20 a 30g de leite que são produzidas em cada teta funcional; dessa forma, um leitão que sempre perca um segundo no início da mamada perderá de 5 a 19% do seu consumo diário de leite (SPILSBURY, 2010).

Tem sido observado já há algum tempo que a inibição no consumo de água devido à temperatura, palatabilidade, disponibilidade ou presença de agentes orgânicos e químicos, bem como a presença de micotoxinas na ração ou nas matérias primas predispõem a mortalidade embrionária e/ou o nascimento de leitões fracos (MARTINS et al., 2002). Além disso, o nascimento de leitões com baixo peso pode se refletir na qualidade da carne, uma vez que esses animais apresentam alterações histológicas (menor número de fibras ao nascer e hipertrofia das fibras existentes pós-nascimento) nos músculos, o que resulta em menor maciez da carne (GONDRET et al., 2005).

Deve ser considerado, também, o aparecimento da síndrome da disgalactia pós-parto que está relacionada a situações de estresse devido às mudanças metabólicas no puerpério, principalmente para produção de leite, mas também o fornecimento de ração mais energética, meio ambiente mais aquecido dos leitões e restrição a um piso mais frio para perda do excesso de calor corporal, somados ao estresse térmico do período de verão (BORTOLOZZO; WENTZ, 2007).

4 ESTRATÉGIAS DE MANEJO PARA MELHORAR A PRODUTIVIDADE E O BEM-ESTAR

Na maioria dos sistemas de criação de suínos, em especial nos intensivos e semi-intensivos, observa-se uma série de mudanças bruscas na interação entre os animais e o seu ambiente físico e social, o que compromete o bem-estar e, por extensão, interfere na produtividade do plantel. Segundo Spilsbury (2011), o suíno é sociável e precisa manter uma interação constante com os outros animais da granja, e como nos sistemas mais intensivos o ambiente físico está reduzido em termos de espaço e de falta de substratos que estimulem o suíno a explorar o seu meio, nas porcas em lactação ocorre um bloqueio em sua motivação para desenvolver condutas e padrões de locomoção, descanso, cuidado corporal e cuidados maternos que lhe permitam levar em bom termo a leitegada parida. A autora acrescentou que animais mantidos em ambientes confinados mostram padrões de conduta que se expressam de maneira repetitiva e estereotipada, e sem nenhuma

função definida. Os estereótipos mais comuns apresentados pelas porcas são: mordedura da barra frontal da gaiola, mastigação vazia, manipulação de correntes (caso estejam penduradas e à disposição das porcas) e manipulação excessiva dos bebedouros; supõe-se que tais condutas exerçam um papel relevante para enfrentar as situações de estresse.

Para suínos nas fases de crescimento e terminação, o estresse calórico pode afetar o comportamento, as respostas fisiológicas, o desempenho produtivo e as características de carcaça. Isto se deve à necessidade de uma alteração no comportamento para promover uma adaptação ao ambiente no qual os animais são mantidos. Sob temperaturas elevadas, os suínos modificam o seu comportamento alimentar, reduzindo o número de visitas ao comedouro e o tempo total de ingestão diária de alimentos (KIEFER et al., 2009). Suínos submetidos à ambiente de estresse calórico (32ºC) reduzem o consumo de alimentos, o ganho em peso diário e pioram a conversão alimentar. Além disto, apresentam carcaças mais leves e com menor percentual de carne, resultando em menor índice de bonificação. Por outro lado, animais mantidos sob conforto térmico apresentam maior eficiência de utilização de proteína e energia e maiores deposições diárias de proteína e gordura na carcaça (KIEFER et al., 2009; KIEFER et al., 2010).

Neste sentido, se recomenda buscar sistemas de criação alternativos para os suínos mantidos em regiões de climas quentes, a exemplo do semiárido nordestino, propiciando alojamentos em baias convencionais, com bom sistema de ventilação e acesso a piquetes preferencialmente gramados, e com resfriamento por aspersão nos galpões abertos e exaustores nos galpões fechados, durante as horas mais quentes do dia, para evitar o aumento da temperatura e da umidade, além da formação e/ou acúmulo excessivo de gases e garantir o estado sanitário e o bem-estar dos animais alojados. Também é conveniente reduzir a densidade energética das rações e fornecer água potável de boa qualidade para evitar o incremento na temperatura corporal e a redução no consumo de alimentos dos animais, com prejuízo no seu desempenho. Os varrões devem ser arraçoados de acordo com o seu peso corporal (monitorar para evitar excesso ou perda de peso e redução da libido) e sua atividade sexual (número de coberturas e/ou colheitas de sêmen); mantidos em baias ventiladas e com acesso a piquete para facilitar a locomoção e atividade física, o que garante um bom desempenho e evita problemas no aparelho locomotor (artrites e laminites). No caso de leitões em crescimento e animais de engorda deve-se dispensar atenção especial à uniformidade na formação dos lotes por baia (número, sexo, estado sani-

tário e condição corporal), fornecimento de ração à vontade, programa de vacinação e registros zootécnicos de pesagens, consumo de ração, conversão alimentar e ganho em peso diário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições atuais da suinocultura do Nordeste brasileiro, em especial nos criatórios localizados no semiárido, é necessário priorizar as questões relacionadas com a disponibilidade e composição dos insumos usados nas dietas, a avaliação da eficiência de programas nutricionais, a análise dos índices reprodutivos e produtivos da genética utilizada (raças, cruzamentos ou híbridos sintéticos), a funcionalidade e o conforto das instalações e o monitoramento periódico do estado corporal das matrizes, de forma a garantir o bem-estar dos animais (COSTA, 2000). Neste sentido, uma atenção especial precisa ser dispensada às matrizes primíparas e as recém-paridas pelo fato de serem mais sensíveis às altas temperaturas e sentirem com maior intensidade as mudanças do regime alimentar, razão pela qual se deve recomendar a elaboração de estratégias que possam minimizar o estresse ambiental e reduzir a geração de calor corporal, consequentemente, equilibrando e/ou restabelecendo o consumo diário de ração das matrizes, em especial durante a lactação, de forma a se evitar um processo de mobilização das reservas corporais (catabolismo) que possa vir a comprometer o desempenho reprodutivo e produtivo do plantel.

Considerando que a suinocultura regional ainda carece de uma logística para abastecimento e/ou produção dos principais insumos usados na formulação de rações, escoamento da produção e comercialização de animais vivos, matadouros adequadamente equipados e sob inspeção veterinária para o abate dos animais, além da pouca disponibilidade de agroindústrias que possam contribuir para agregar valores aos produtos animais derivados (salsichas, linguiças, bacon, costelas defumadas etc.), recomenda-se que os produtores localizados no semiárido adotem modelos de cooperativas ora consagrados no Sul e Centro-Oeste do Brasil, fazendo com que a criação de suínos passe a receber incentivos fiscais e de infraestrutura de órgãos governamentais, bem como investimentos de empresas privadas ligadas ao setor, tornando-se, assim, uma cadeia produtiva que possa ser sustentável, competitiva e economicamente viável nas condições do Nordeste.

REFERÊNCIAS

AMARAL FILHA, W.S.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I. et al. Reproductive performance of gilts according to growth rate and backfat thickness at mating. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 121, p. 139-144, 2010.

BIERHALS, T.; MELLAGI, A.P.G.; HEIM, G. et al. Desempenho de leitegadas após a uniformização cruzada de leitões entre fêmeas de ordem de parto 1 e 5. **Acta Scient. Vet.,** v. 39, n. 1, p. 942-946, 2011.

BORGES, V.F.; BERNARDI, M.L.; BORTOLOZZO, F.P. et al. Perfil de natimortalidade de acordo com a ordem de nascimento, peso e sexo de leitões. **Arq. Brás. Med. Vet. Zoot.**, v. 60, n. 5, p. 1.234-1.240, 2008.

BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. Síndrome da disgalactia pós-parto na porca: uma visão atual do problema. **Acta Scient. Vet.**, v. 35 (Supl.), p. 157-164, 2007.

COSTA, A.N. Manejo alimentar de porcas gestantes e lactantes. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2, 2000. Teresina. **Anais...**, Teresina: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2000. p. 269-274.

DONIN, D.S.; HEINEMANN, R.; MOREIRA, N. Estresse térmico e suas consequências sobre as características do sêmen de machos suínos. **Rev. Bras. Reprodução Animal**, v. 31, n. 4, p. 456-461, 2007.

FURTADO, C.S.D.; MELIAGI, A.P.G.; CYPRIANO, C.R. et al. Fatores não infecciosos que influenciam o desempenho de leitões lactentes. **Acta Scient. Vet.**, v. 35 (Supl.), p. S47-S55, 2007.

GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; LOUVEAU, I.et al. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. **Liv. Prod. Sci.**, v. 93, n. 2, p. 137-146, 2005.

HANNAS, M.; ORLANDO, U. Como atender as exigências nutricionais das diferentes genéticas na suinocultura: foco na fase de recria e gestação. **Acta Scient. Vet.**, v. 37 (Supl.), p. 165-174, 2009.

HECK, A. Fatores que influenciam o desenvolvimento dos leitões na recria e terminação. **Acta Scient. Vet.**, v. 37 (Supl.), p. 211-218, 2009.

IRGANG, R. Melhoramento genético de suínos. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. **Suinocultura intensiva.** Produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa, 1998. p.349-359.

KIEFER, C.; MEIGNEN, B.C.G.; SANCHES, J.F. et al. Respostas de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. **Arch. Zoot.**, v. 58, n. 221, p. 55-64, 2009.

KIEFER, C.; MOURA, M.S.; SILVA, E.A. et al. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Rev. Bras. de Saúde e Prod. Anim.**, v. 11, n. 2, p. 496-504, 2010.

MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Rev. Bras. de Zoot.**, v. 35, n. 2, p. 471-477, 2006.

MARTINS, T.D.D.; COSTA, A.N.; SILVA, J.H.V. et al. Fatores relacionados com o tamanho e o peso da leitegada ao nascer. **Ciênc. Vet. Tróp.**, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2002.

MARTINS, T.D.D.; COSTA, A.N.; SILVA, J.H.V. et al. Comportamento alimentar de fêmeas suínas em lactação mantidas em ambiente quente. **Arch. Zoot.**, v. 55, n. 209, p. 109-112, 2006.

MARTINS, T.D.D.; COSTA, A.N.; SILVA, J.H.V. et al. Efeitos da ordem de parto e do estágio de lactação sobre o desempenho de porcas híbridas mantidas em ambiente quente. **Rev. Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 11-21, 2008a.

MARTINS, T.D.D.; COSTA, A.N.; SILVA, J.H.V. et al. Postura e comportamento lactacional de matrizes suínas mantidas sob condições de temperatura ambiente elevada. **Rev. Biotemas**, v. 21, n. 4, p. 137-145, 2008b.

MARTINS, T.D.D.; COSTA, A.N.; SILVA, J.H.V. et al. Produção e composição do leite de porcas híbridas mantidas em ambiente quente. **Ciênc. Rural**, v. 37, n. 4, p. 1079-1083, 2007.

MARTINS, T.D.D.; ALFARO, C.H.P.; COSTA, A.N. Produção de suínos em granjas tecnificadas. **Semiárido em Foco**, v. 2, n. 1, p. 111-131, 2006.

MARTINS, T.D.D. Manejo reprodutivo e nutricional de fêmeas suínas. CONGRESSO NORTE NORDESTE DE REPRODUÇÃO ANIMAL**,** V, Patos. **Anais...**, Patos: CONERA, 2010. p. 274-283. (CD-ROM).

RODRIGUES, N.E.B.; ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Rev. Elet. Nutritime**, v. 7, n. 2, p. 1197-1211, 2010.

ROZEBOOM, D.W.; JOHNSTON, L.J. Nutritional aspects of sow longevity. **Pork Inform. Gateway**, p. 1-13, 2001.

SCHENKEL, A.C.; BERNARDIL, M.L.; BORTOLOZZO, F.P. et al. Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. **Liv. Sci.**, v. 132, n. 1-3, p. 165-172, 2010.

SESTI, L.A.C.; SOBESTIANSKY, J. Aspectos da produtividade. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. **Suinocultura intensiva. Produção, manejo e saúde do rebanho.** Brasília: EMBRAPA, 1998. p.27-43.

SILVA, I.J.O.; PANDORFI, H.; PIEDADE, S.M.S. Influência do sistema de alojamento no comportamento e bem-estar de matrizes suínas em gestação. **Rev. Bras. Zoot.**, v. 37, n. 7, p. 1319-1329, 2008.

SORENSEN, M.T.; FARMER, C.; VESTERGAARD, M. et al. Mammary development in prepubertal gilts fed restrictively or ad libitum in two sub-periods between weaning and puberty. **Liv. Sci.,** v. 00, n. 2-3, p. 249-255, 2006.

SPILSBURY, M.A. Atualização do comportamento materno da fêmea suína na maternidade. **Suínos & Cia**, Ano VI, n. 30, 2010.

TUMMARUK, P.; TANTASUPARUK, W.; TECHAKUMPHU, M. et al. Age, body weight and back fat thickness at first observed oestrus in crossbred Landrace x Yorkshire gilts, seasonal variations and their influence on subsequent reproductive performance. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 99, n. 1-2, p. 167-181, 2007.

VALENÇA, R.M.B.; COSTA, A.N.; SILVA JR., V.A. et al. Avanços na nutrição de varrões: efeitos sobre o desenvolvimento das características reprodutivas e qualidade do sêmen. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v. 31, n. 1, p. 64-70, 2007.

VARGAS, A.J.; BERNARDI, M.L.; BOROTOLOZZO, F.P. et al. Factors associated with return to estrus in first service swine females. **Prev. Vet. Med.**, v. 89, n. 1-2, p. 75-80, 2009.

Capítulo 4

Incremento na renda familiar com a adoção das novas tecnologias para a avicultura caipira

Newton Auto de Souza
Vanessa Diniz Vieira
José Simplício de Holanda

1 INTRODUÇÃO

A criação de galinhas caipiras no Brasil é uma atividade de subsistência que vem sendo desenvolvida nos sítios e fazendas, desde o início da colonização.

O sistema de manejo utilizado é o extensivo, no qual aves de diferentes espécies e idades são criadas misturadas, o que facilita a transmissão de doenças. Vivem soltas nos pátios das casas e dormem em poleiros construídos pelo homem ou em alguma árvore existente nas proximidades da casa do produtor, tentando se proteger dos potenciais predadores. Os alimentos são jogados ao solo, contaminando-se com fezes e outras impurezas, e a água é servida em bebedouros que não recebem os menores cuidados higiênicos, quando não matam a sede com água de esgotos que correm a céu aberto. Por isso, a incidência de doenças é bastante frequente, o que tem como consequência uma alta taxa de mortalidade, principalmente, nas primeiras semanas de vida.

Os plantéis são constituídos de misturas raciais indefinidas que nunca foram submetidas a nenhum processo de seleção pelo homem, por isso, não têm aptidão nem para corte nem para postura.

A alimentação é constituída de uma pequena quantidade de milho ou de outros produtos alternativos, e de restos de comida, geralmente insuficientes, quantitativa e qualitativamente, para atender às necessidades básicas e, assim sendo, tentam suprir as deficiências catando insetos, minhocas, pequenos animais e comendo pastagens.

Por todos esses e outros motivos, as produtividades obtidas são muito baixas, o que torna esta atividade muito pouco rentável ou até mesmo antieconômica.

A substituição dos plantéis tradicionais por linhagens ou raças melhoradas de alta produção, acompanhada de ações de manejo adequadas e de melhorias na alimentação, certamente, proporcionarão um aumento considerável nas produções de carne e de ovos que ajudarão a melhorar a renda das micro e pequenas propriedades. Para que estes objetivos sejam alcançados, basta fazer uso das recomendações técnicas a seguir.

2 MANEJO

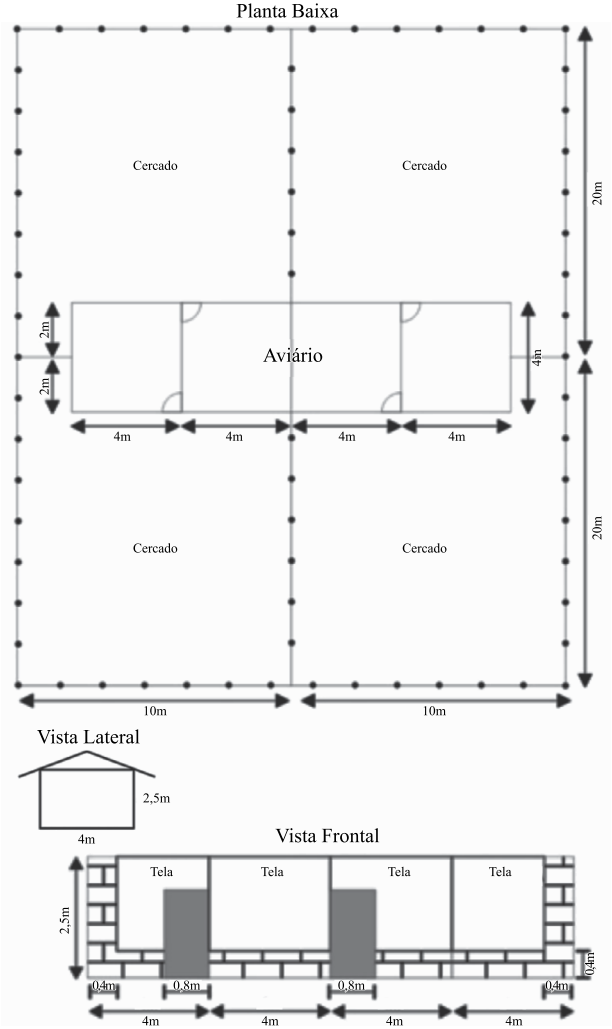
2.1 Sistema de Manejo

O sistema de manejo recomendado pela Emparn é o semi-intensivo que consta de um galpão dividido em partes, a depender da demanda do mercado consumidor. Para cada parte deverá existir uma área livre, anexa, bem sombreada para pastejo e recreação com uma disponibilidade mínima de 2 m² para cada ave alojada. Todavia, se a área livre não possibilitar a formação de pastagem permanente, pode-se disponibilizar, apenas 1 m² por cabeça.

Esta estrutura possibilita a criação sequenciada, o que permite que o produtor tenha aves em idade de abate ou ovos para venda durante os 12 meses do ano, além de evitar a competição entre as mais velhas e as mais jovens por alimento. Também facilita as ações de manejo e diminui a transmissão de doenças contagiosas. É uma estrutura relativamente barata e se construída com materiais de boa qualidade pode ter uma vida útil de 20 anos ou mais. Na Figura 1, vê-se um modelo padrão para pequenos produtores, suficiente para a criação sequenciada de 400 aves. Para tanto, aloja-se um lote de 100 aves a cada 35 dias. Nos empreendimentos com

entregas programadas, o módulo deverá ter quatro ou mais compartimentos, a depender da demanda. O tempo de reposição dos lotes dependerá da frequência das entregas.

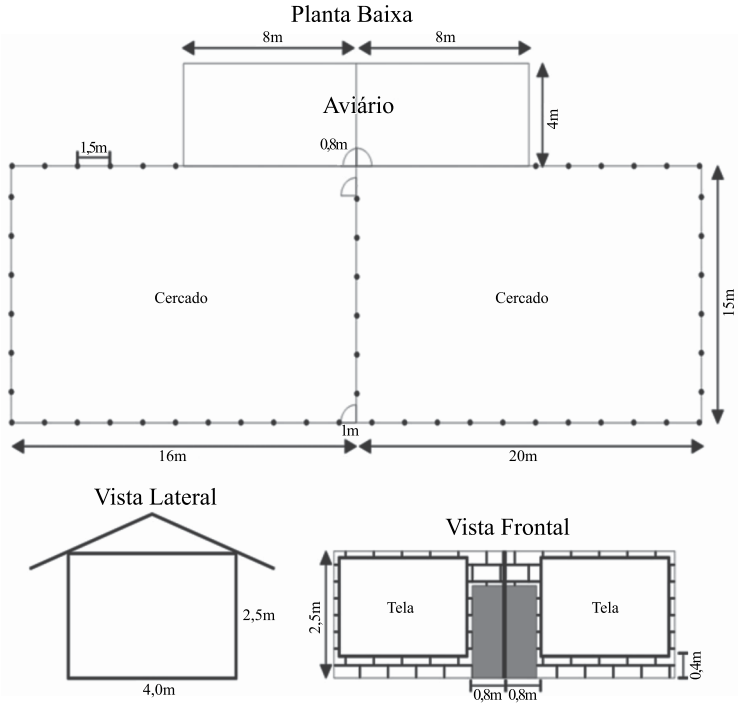
Figura 1 – Planta baixa de um módulo familiar estabilizado para frangos de corte



Fonte: Elaborado pelos autores.

Se o produtor optar pela produção de ovos, o módulo a ser construído terá apenas dois compartimentos e o repovoamento deverá ser feito a cada 360 dias, como mostra a Figura 1.1.

Figura 1.1 – Para a produção de ovos, o módulo a ser construído terá apenas dois compartimentos e o repovoamento deverá ser feito a cada 360 dias



Fonte: Acervo dos autores.

2.2 Detalhes do Aviário

- O aviário não precisa ser uma construção sofisticada. O importante é que as aves disponham de um lugar onde possam estar protegidas das intempéries e de predadores.

- A sua área depende do número de aves que se deseja criar. Considerando-se que as densidades ideais para frango de corte e para aves de postura são, respectivamente, seis e cinco aves adultas para cada m² de área útil, teremos, facilmente, a área ser construída.
- Deve estar situado em local alto e bem arejado, mas não sujeito a ventos fortes, longe de fontes de estresse, distante de aguadas e de estradas.
- A direção sugerida para a cumeeira é leste/oeste para evitar que o sol penetre no seu interior.
- O piso deverá ficar pelo menos, 20 cm acima do ponto mais elevado do terreno escolhido para a sua construção.
- Um detalhe muito importante é a altura do pé direito. Para se obter um maior conforto térmico, os galpões cobertos com telha de barro devem ter uma altura de 2,50 a 2,80 m, devendo ser tanto mais alto quanto mais alta for a temperatura no local.
- O telhado deve ser construído em duas águas com uma declividade de 25% e um beiral de 0,80 m para evitar que a água das chuvas molhe o seu interior.
- Para facilitar a higienização, é importante que o piso seja cimentado e com uma pequena declividade para o escoamento da água das lavagens.
- Nas laterais deve existir uma mureta de 40 cm de altura em cima da qual coloca-se a tela.
- As duas extremidades serão fechadas com paredes que devem ter uma amarração de 50cm. Em uma delas coloca-se uma caixa d'água internamente, para abastecimento dos bebedouros e para a higienização do piso e dos equipamentos.
- Na entrada, deve existir um "pedilúvio" que nada mais é do que um recipiente qualquer ou um tanque de alvenaria contendo cal virgem, cuja finalidade é a desinfecção dos pés das pessoas que visitam as instalações, evitando assim a disseminação de doenças.

2.2.1 Preparação do Aviário para Receber os Pintinhos

Antes da implantação de um lote, o galpão deve ser bem lavado e desinfetado.

A desinfecção compreende um conjunto de operações que têm como objetivo final a descontaminação do ambiente. Assim sendo, pode ser en-

carada como o processo de eliminação dos agentes infecciosos existentes fora do organismo animal com utilização de desinfetantes.

Só se deve fazer a desinfecção quando as superfícies se encontram completamente livres de matéria orgânica, pois esta protege os microrganismos contra a ação de alguns desinfetantes, diminuindo a sua eficácia.

Para que se possa fazer uma boa limpeza é necessário que se tenham superfícies lisas e previamente umedecidas. Uma boa operação de limpeza pode eliminar quase todos dos agentes infecciosos.

Para que os aviários possam ser reutilizados precisam-se executar as seguintes operações:

- Desmontar e lavar com água e sabão os bebedouros e comedouros. Em seguida, colocá-los ao sol por duas ou mais horas;
- Remover toda a cama velha;
- Lavar com água e sabão o piso e as cortinas;
- Borrifar o piso com água sanitária a 0,2 % (20 ml/ 10 L d'água); uma hora depois, lava-se com água pura;
- Despejar água de cal no piso. Para prepará-la, dissolve-se 2 kg de cal virgem, em pedra, em um recipiente contendo 20 L d'água. Quando estiver terminando a ebulição, despeja-se a mistura, espalhando com um rodo, de modo a cobrir toda a superfície do aviário;
- Usar lança-chamas nas paredes internas e externas, no teto e nas telas;
- Efetuar a capina e a limpeza de uma faixa de 2 metros ao redor do galpão;
- Distribuir cama nova e pulverizá-la com uma mistura de água de fumo a 10%. Para prepará-la, coloca-se 100 g de "fumo de rolo" em um litro de álcool a 92%. Depois de 12 horas, coa-se a mistura e completa-se o volume para 10 L com água;
- Fazer o vazio sanitário de pelo menos 10 dias;
- Após a retirada de cada dote, lavar a caixa d'água e os canos, escovando-os para remover toda a matéria orgânica. Em seguida, enchê-la e colocar água sanitária (500 ml para cada 200 L d'água), deixando-a com esta mistura por 24 horas. Em seguida, esvaziá-la, lavá-la, novamente, e enchê-la com água potável.

Concluídos os trabalhos de lavagem, desinfecção e colocação da cama, é hora de instalarmos comedouros, bebedouros e círculo de proteção previamente desinfetados; assim, o aviário estará pronto para receber os pintinhos. Segundo Machado (1994, p. 56)

O trabalho com a cama deve estar direcionado, durante todo o período da criação, para que não se torne úmida. Para que este umedecimento não ocorra, o granjeiro deve revolver o material da cama e estar atento para eventuais vazamentos dos bebedouros. Quanto às placas que possam se formar devem ser imediatamente, retiradas e substituídas por uma nova cama.

2.3 Manejo dos Pintinhos

Nos primeiros dias de vida, os pintinhos não conseguem regular a temperatura do corpo, de modo que necessitam de aquecimento quando a temperatura ambiental estiver abaixo de 32°C. Por outro lado, medidas devem ser tomadas para baixá-la quando ultrapassar os 35°C. O comportamento das aves em relação à fonte de calor (campânula) é que determina a necessidade de se controlar a temperatura:

- Pintos agrupados debaixo da fonte de calor demonstram que estão com frio. Portanto, a temperatura deve ser aumentada, baixando-se a campânula.
- Pintos agrupados nas bordas do círculo demonstram que estão com calor, portanto a temperatura no seu interior deve ser baixada, o que pode ser conseguido levantando-se, um pouco a campânula.
- Pintos agrupados em um só lado do círculo significam que estão tentando se proteger de correntes de ar frio. Para barrá-las, basta manter as cortinas baixadas.
- Pintos distribuídos regularmente em todos os espaços do círculo de proteção é a situação ideal.
- Logo após a chegada dos pintinhos ao aviário, é importante fornecer água. Devemos molhar o bico de alguns deles para que sirva de orientação da fonte de água para os demais. A ração só deverá ser servida uma hora depois da água.

Os comedouros e bebedouros devem estar dispostos de maneira alternada próximos às bordas da campânula. A abertura do círculo é feita gradativamente, a cada três dias, a depender do desenvolvimento das aves, devendo ser retirado após oito dias no verão e doze dias no inverno. À medida que aumentamos o círculo, a distância entre comedouros e bebedouros também deve ser aumentada, mas deixando-os equidistantes uns dos outros como no início.

Na confecção do círculo de proteção, podem ser usadas chapas de eucatex, duratex, compensado, zinco ou papelão. A altura padrão é de 60 cm. Sua localização ideal é em um local não sujeito a ventos. O diâmetro do círculo depende do número de aves que se deseja alojar. Para um maior conforto, a densidade não deverá ultrapassar 70 pintos por m². Na Tabela 1, pode-se observar a relação entre o número de aves e o diâmetro do círculo que se pretende construir.

Tabela 1 – Relação entre o número de aves e o diâmetro do círculo de proteção

NÚMERO DE AVES	DIÂMETRO (m)
100	1,35
150	1,65
200	1,90
250	2,15
300	2,35
350	2,55
400	2,70
450	2,80
500	3,00

Fonte: Elaborada pelos autores.
Nota: Em caso de valores intermediários a estes, usar o imediatamente superior.

Observa-se que a sequência numérica da Tabela 1 termina em 500 que é o número máximo de aves que se deve alojar em cada círculo. A campânula que é colocada no centro deve ter de uma a quatro lâmpadas incandescentes de 100 W, a depender da temperatura ambiente e do número de aves alojadas.

2.4 Manejo dos Bebedouros

A água a ser fornecida deve ser limpa e de boa qualidade. Deve-se ter o cuidado para que as aves nunca consumam água quente, o que poderá provocar doenças respiratórias.

O consumo de água varia de acordo com a temperatura ambiente. Assim, a uma temperatura de 21°C, as aves adultas bebem até 2 litros d'água para cada kg de ração consumido. A uma temperatura de 30°C ou mais, o

consumo pode chegar a 3 litros d'água para cada quilo de alimento consumido.

Nos três primeiros dias de vida, os bebedouros deverão ficar sobre a cama para facilitar o acesso dos pintinhos. A água deve ser trocada e os bebedouros lavados várias vezes ao dia, a fim de manter a sua qualidade. Do 4° ao 11° dia, deverão ser gradativamente pendurados e lavados pelo menos uma vez ao dia, para evitar o acúmulo de ração, cama e fezes. Deve ser guardada a proporção de um bebedouro para 80 pintos nos primeiros 30 dias e um para 40-50 deste em diante. Para evitar derramamento de água e permitir que os pintos possam beber confortavelmente, os bebedouros devem ser regulados frequentemente. A partir dos 15 dias de idade, a sua borda deverá permanecer 5 cm acima do dorso da ave.

2.5 Manejo dos Comedouros

Nos primeiros onze dias de vida, devem ser utilizados comedouros tipo bandeja, na razão de 1 para 80 aves. Recomenda-se mexer a ração várias vezes ao dia para estimular o consumo.

Ao subirem aos comedouros para se alimentar, as aves sujam a ração, sendo necessário peneirá-la pelo menos uma vez ao dia. Para evitar que os pintos durmam dentro dos comedouros, orienta-se retirá-los, à noite, devolvendo-os nas primeiras horas da manhã seguinte. A partir do 5° dia de vida, as bandejas devem ser substituídas gradativamente por comedouros tubulares, os quais permanecerão, até o final da criação, na proporção de 1 para 30 aves. Segundo Ávila et al (1992, p. 21):

> "A regulagem da altura dos comedouros deve ser feita a cada 2 ou 3 dias para acompanhar o crescimento das aves. Aconselha-se que a borda superior da calha do comedouro coincida com o dorso das aves. Em lotes desuniformes, considerar a altura das aves de porte médio."

A ração deve ocupar apenas 1/3 da altura da borda do comedouro. Para tanto, é necessário que a borda do prato esteja sempre acima (± 2 cm) da base inferior do tubo, de modo que saia em pequenas quantidades, evitando assim, desperdício por derramamento. O tratador deve rodar o tubo, frequentemente, para que a ração se desprenda das paredes e se torne disponível para as aves.

2.6 Manejo de Frangos de Corte

Há uma relação entre conforto e resultado econômico. A transformação de alimento em carne é tanto mais eficiente quanto melhor for o manejo. Portanto, deve-se preocupar em evitar, ou pelo menos diminuir qualquer possível causa de desconforto, a fim de se obter melhores resultados econômicos. As principais causas de desconforto são:

- Temperaturas muito elevadas;
- Altas densidades;
- Falta de água ou de alimento;
- Número insuficiente de comedouros e/ou bebedouros;
- Presença de animais domésticos ou selvagens;
- Ruídos de veículos, máquinas e equipamentos;
- Vacinações e debicagem.

A temperatura ideal diminui com a idade, ficando na faixa de 20º C a 25° C, a partir da quarta semana. Quando as aves são submetidas a temperaturas muito elevadas, há o comprometimento das funções metabólicas, deprimindo o crescimento ou mesmo causando a sua morte. Algumas medidas podem ser tomadas visando a reduzir os efeitos das altas temperaturas no desempenho produtivo das aves. Uma delas consiste na retirada da ração, pelo menos, três horas antes do início do estresse calórico. Durante todo o período da criação, devem-se fazer seleções nos plantéis, procurando eliminar os indivíduos que apresentam desenvolvimento abaixo do normal. Segundo Mazzuco et al. (1997, p. 24)

> "O objetivo primário da debicagem é o de reduzir a bicagem de pernas e o canibalismo. Além disso, essa prática resulta em economias significativas de ração. Lotes de aves debicadas corretamente apresentaram melhor uniformidade, melhores conversão alimentar e persistência de produção."

As principais causas do canibalismo são:

- Mau empenamento;
- Variações bruscas da temperatura;
- Altas densidades;
- Ventilação inadequada;

- Número insuficiente de comedouros e bebedouros;
- Deficiência nutricional.

A primeira debicagem deve ser realizada entre o 7° e o 10° dia de idade, cortando-se as partes superiores e inferiores, ao mesmo tempo, e cauterizando-as durante 3 segundos. A segunda deverá ser executada entre a 10ª e a 11ª semana (somente para aves de postura). As duas partes devem ficar do mesmo comprimento e as suas pontas em forma de V.

2.7 Manejo de Poedeiras

Do mesmo modo que para os frangos de corte, os lotes destinados à produção de ovos deverão sofrer seleções com o objetivo de eliminar as aves que apresentam desenvolvimento abaixo do normal, bem como as improdutivas que podem ser identificadas mediante algumas características externas:

- Forma da cloaca: A cloaca será alargada, de forma oval, sem pigmentação e úmida nas aves em postura e estreita, de forma arredondada, amarela e seca naquelas fora de produção.
- Distância entre os ossos pélvicos: Os ossos pélvicos podem ser sentidos quando se toca a parte traseira de uma ave. Quando a distância entre eles é igual a dois ou mais dedos juntos, a ave está em postura. Quando entre eles, cabe apenas um, a ave está fora de produção.
- Crista e barbela: A crista e a barbela são grandes, elásticas e de cor vermelho vivo, nas aves em postura e pequenas, secas e de cor mate nas aves fora de produção.
- Gordura abdominal: As aves em postura apresentam pouca gordura abdominal, sendo a pele do abdômen elástica e maleável. As aves fora de produção têm muita gordura abdominal e a pele endurecida e rígida.
- Pigmentação do bico e das pernas: As aves em postura apresentam bico e pernas sem pigmentação. Já aquelas fora de produção, terão estas partes do corpo amareladas.

Os ninhos podem ser confeccionados de diferentes materiais. Porém, os mais comuns são os de madeira que devem ter 35 cm de altura, 30 cm de largura e 35 cm de profundidade para oferecer maior conforto à galinha no momento da postura. Geralmente, usa-se o sistema convencional de ninhos acoplados (Figura 2) para diminuir a ocupação de espaço nos galpões. A

altura não deve ultrapassar 40 cm para facilitar o acesso das aves, evitando assim o aparecimento de ovos de cama. Na parte superior, deve-se colocar um escorrego para evitar que as aves subam e defequem sobre os mesmos. Deve-se guardar a proporção de uma boca para cada 4-5 aves.

Figura 2 – Ninho rústico confeccionado em madeirite

Fonte: Acervo dos autores.

Os ninhos devem ser forrados com material seco, absorvente e macio para evitar a quebra dos ovos no momento da postura. A cama deve ser substituída frequentemente, para evitar o aparecimento de ovos sujos e deve ser tratada periodicamente, com algum produto natural que combata o piolho das aves (cafife). Entre eles, podem-se sugerir folhas de catingueira ou fumo de rolo triturado. Devem ser colocados no lugar menos iluminado do galpão, pois os ninhos escuros criam um clima mais agradável para as poedeiras. Colocá-los entre a 15ª e a 18ª semana para que as frangas se acostumem com os mesmos, evitando a postura de ovos de cama. É importante que sejam fechados durante a noite, para que as aves não durmam neles, sujando a cama e aumentando o índice de galinhas chocas.

2.8 Manutenção da Qualidade do Ovo

Algumas recomendações para que a qualidade dos ovos seja mantida por mais tempo:

- Fazer várias coletas durante o dia, não deixando juntar ovos nos ninhos. Assim se diminui a quantidade de ovos sujos e/ou quebrados.
- Não deixar que as galinhas fiquem deitadas no ninho após a postura para sujar e/ou quebrar os ovos.
- Manter os ninhos com cama limpa e seca.
- Colocar os ovos nas bandejas com a parte fina voltada para baixo.
- Se possível, vender a produção duas ou mais vezes por semana.
- Colocar os ovos na geladeira logo após a coleta. Não guardar os ovos juntos com frutas que exalam cheiro forte, como caju, goiaba, manga, pois, o ovo absorve o cheiro.
- Não lavar os ovos sujos, pois a água penetra através da casca, estragando-os. Limpe-os com uma esponja úmida, enxugue-os antes de guardá-los.

3 ALIMENTAÇÃO

As raças de galinha caipira melhoradas possuem uma alta capacidade de produção de carne e de ovos. Todavia, para que este potencial seja externado, é necessário oferecer uma alimentação compatível com as suas necessidades orgânicas. De acordo com Baião (1994, p. 73)

> "As aves poedeiras alimentadas à vontade, tendem a um excesso de peso, devido ao acumulo de gordura. É bem definido que o excesso de peso pode influenciar, grandemente cada componente da performance reprodutiva da ave. A produção de ovos, a fertilidade, o tamanho do ovo, a qualidade da casca e a viabilidade são adversamente afetados pelo excesso de peso."

Do ponto de vista econômico, a alimentação é um fator de grande importância, não somente porque dela depende um bom desempenho produtivo, mas, sobretudo, porque representa boa parte dos custos de produção. Aspectos importantes como a qualidade dos ingredientes e o balanceamento correto devem ser perseguidos na composição das rações, uma vez

que deles depende a eficiência da alimentação. Segundo Faria e Junqueira (2000, p. 431):

> "Ocorre um decréscimo ou cessação do crescimento proporcionalmente ao grau de deficiência de proteína ou de aminoácidos. Em poedeiras, a deficiência de proteína ou de aminoácidos essenciais resultará no decréscimo de peso do ovo. À medida que a deficiência se intensifica, ocorrerá perda de peso corporal, queda na produção de ovos, dificuldade de reposição de penas com cessação da produção de ovos."

Uma ração balanceada deve conter proteínas, energia, vitaminas e minerais em quantidades equilibradas. Na Tabela 2 podem ser observados os níveis de alguns ingredientes das rações balanceadas.

Tabela 2 – Níveis de alguns ingredientes das rações balanceadas para galinhas caipiras de corte e de postura

Ingrediente	Frangos de corte		Aves para postura		
	Inicial	Engorda	Inicial	Recria	Postura
Proteína bruta (%)	> 22,50	> 19,10	20,40 a 22,00	> 16,40	17,00 a 18,00
Gordura (%)	3,50	3,50	> 3,00	> 2,50	> 3,50
Fibra (%)	< 4,00	< 4,50	< 4,50	< 8,00	< 5,00
Cálcio (%)	0,90 a 1,20	0,90 a 1,20	0,90 a 1,20	0,80 a 1,20	3,90 a 4,20
Fósforo (%)	> 0,50	> 0,45	0,45 a 0,60	> 0,45	> 0,60
E. Metabolizável (Kcal/kg)	> 2970	> 3080	2750	2750	2750

Fonte: Adaptado de Englert (1980, p. 95-99).

Nas lojas de produtos agropecuários podem ser encontradas misturas de fábrica, prontas para serem consumidas. Todavia, nem sempre estas misturas contêm os níveis nutricionais mínimos necessários para que as aves produzam satisfatoriamente. Para se avaliar a qualidade de uma ração, basta comparar os valores existentes na embalagem com os números da Tabela 2. Também podem ser encontrados concentrados específicos que misturados a outros ingredientes formam as rações balanceadas. Desse modo, o avicultor poderá fabricar sua própria ração, o que poderá diminuir os custos em até 30%. Para tanto, basta misturar os ingredientes nas quantidades recomendadas pelo fabricante.

Os principais ingredientes usados na formulação de rações balanceadas são: o milho moído, o farelo de soja e o farelo de trigo. Entretanto, vários outros produtos alternativos poderão substituir parcialmente os ingredientes tradicionais com vantagens econômicas. É o caso do farelo de mandioca, do farelo de leucena e do feno da parte aérea da mandioca. O importante é que os níveis nutricionais da mistura alternativa sejam mantidos próximos do ideal para que não haja diminuição significativa na produção. Para tanto, é necessário que se tenha conhecimento do valor nutritivo do produto que se deseja usar como substituto. De uma maneira geral, o nível de substituição não deverá ultrapassar 20% do componente a ser substituído. A seguir, são apresentadas algumas sugestões de composição de rações para que o produtor possa fabricar sua própria ração na fazenda (Tabela 3).

Tabela 3 – Sugestões de composição de rações de acordo com a idade e com a finalidade da criação

Finalidade da criação	Fase	Componentes %		
		Concentrado[5]	Milho	Farelo de trigo
Corte	Inicial[1]	38	62	-
	Recria[2]	30	70	-
	Engorda[3]	20	80	-
Postura	Inicial[4]	30	60	10
	Recria[5]	25	60	15
	Postura[6]	38	62	-

Fonte: Elaborada pelos autores.

Notas: 1 – Até 28 dias; 2 – de 29 dias até 98 dias; 3 – De 99 dias até 133 dias; 4 – De 1 a 28 dias; 5 – De 29 ao primeiro ovo; 6 – A partir do primeiro ovo. Usar o concentrado de acordo com a idade e com a finalidade da criação.

Como os custos com alimentação são bastante elevados, diminuí-los é sempre um objetivo a ser perseguido já que qualquer redução tem como consequência aumento na lucratividade. Uma das maneiras de reduzi-los é o processo conhecido como "restrição alimentar" que consiste em diminuir a quantidade de alimento fornecida, mantendo-se o balanceamento de nutrientes. Na Tabela 4, são apresentadas as quantidades de ração que deverão ser fornecidas para algumas linhagens mantidas sob restrição alimentar.

Tabela 4 – Quantidades de ração balanceada para algumas linhagens distribuídas pela Emparn (g/ave/dia)

Idade (dias)	Carijó		Pescoço Pelado		Embrapa 051
	Corte**	Postura*	Corte**	Postura*	Postura*
0 – 7	à vontade	à vontade	à vontade	à vontade	à vontade
8 – 14	à vontade	à vontade	à vontade	à vontade	à vontade
15 – 21	à vontade	à vontade	à vontade	à vontade	à vontade
22 – 28	à vontade	à vontade	à vontade	à vontade	à vontade
29 – 35	50,0	45,0	50,0	45,0	20,0
36 – 42	53,0	48,0	53,0	48,0	25,0
43 – 49	59,0	51,0	59,0	51,0	30,0
50 – 56	62,0	55,0	62,0	55,0	35,0
57 – 63	65,0	59,0	65,0	59,0	40,0
64 – 70	70,0	63,0	70,0	63,0	45,0
71 – 77	75,0	67,0	75,0	67,0	50,0
78 – 84	80,0	71,0	80,0	71,0	54,0
85 – 91	85,0	75,0	85,0	75,0	58,0
92 – 98	90,0	79,0	90,0	79,0	62,0
99 – 105	95,0	83,0	95,0	83,0	66,0
106 –112	100,0	87,0	100,0	87,0	70,0
113 –119	100,0	90,0	100,0	90,0	75,0
120 –126	100,0	90,0	100,0	90,0	80,0
127 –133	100,0	90,0	100,0	90,0	85,0
134 –140	-	90,0	-	90,0	90,0
> 140	-	100,0	-	100,0	95,0
Total	9.079g	-	9.079g	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores.
Notas: *Lotes 100% Fêmeas; Lotes Mistos (50 % machos + 50 % fêmeas).

As dietas acima devem ser complementadas com volumosos verdes, à vontade, sempre nas primeiras horas do dia; para aves de postura, colocar volumoso só a partir do início da postura, limitando-se a 50g por dia. O alimento verde é o responsável pela cor e os sabores característicos dos produtos caipiras.

4 CARACTERIZAÇÃO E DESEMPENHO ESPERADO DE ALGUMAS LINHAGENS/ RAÇAS

As linhagens de ave caipira melhoradas apresentam alta capacidade de produção de carne e de ovos, desde que se mantenham os cuidados mínimos com alimentação, manejo e sanidade. Na Tabela 5 estão sintetizadas algumas características e potencialidades de algumas linhagens/raças.

Tabela 5 – Características e potencialidades das linhagens Carijó (Figura 3a), Pescoço Pelado (Figura 3b) e Embrapa 051 (Figura 3c)

Características	Carijó	Pescoço Pelado	Embrapa 051
Aptidão	Corte/Postura	Corte/Postura	Postura
Peso	-	-	-
Machos	2,4 a 2,5*	2,4 a 2,5*	-
Fêmeas	2,1 a 2,3*	2,1 a 2,3*	1,8 a 2,1*
Idade para abate (dias)	105	120	135
Produção de ovos	-	-	-
Início da produção (semanas)	21	21	21
Produção no Pico (%)	70 a 75*	82 a 84*	86 a 88*
Produção Média (%)	60 a 65*	60 a 65*	65 a 70*
Período Produtivo (semanas)	44	54	59
Produção no Ciclo	180*	230*	280*
Cor dos Ovos	Castanhos	Castanhos	Castanhos escuros

Fonte: Elaborada pelos autores.
Notas: *Considerando-se os regimes alimentares sugeridos na Tabela 4.

Figura 3 – Imagens de algumas linhagens

Figura 3a. (Carijó)

Figura 3b (Pescoço Pelado)

Figura 3c (EMBRAPA 051)

5 POTENCIALIDADE ECONÔMICA DA ATIVIDADE

A criação de galinhas caipiras é uma atividade que tem boas perspectivas econômicas por que:

- Ocupa apenas um pequeno espaço da propriedade;
- É pouca afetada pelas secas cíclicas, tão frequentes no Nordeste;
- Tem uma baixa taxa de ocupação, portanto pode ser desenvolvida sem prejudicar outras atividades;
- Possibilita a comercialização diretamente com o consumidor, o que aumenta a lucratividade;

É uma atividade muito lucrativa se comparada a outras como se pode observar nas análises financeiras a seguir.

5.1 Frango de Corte

O módulo analisado é constituído de um aviário rústico de 64 m2 de área útil (16,00 x 4,00 m), com quatro divisórias. Cada divisória é povoada com 100 pintos (50 machos e 50 fêmeas), a cada 35 dias, perfazendo um total de nove lotes por ano. Na Tabela 6, observa-se a rentabilidade do módulo, considerando a comercialização de 95 frangos a cada 35 dias, a partir da sua estabilização aos 120 dias.

Tabela 6 – Análise financeira anual de um módulo estabilizado com 400 frangos de corte da linhagem Pescoço Pelado.

Discriminação	Umidade	Quantidade	Valor unitário	Total
Despesas de custeio (A)	-	-	-	6.944,80
Ração para engorda[1]	Kg	7.524	0,70	5.266,80
Pintos de um dia	Unidade	900	1,40	1.260,00
Vacinas	Frasco	18	5,00	90,00
Material de limpeza	Verba	-	-	100,00
Energia	Verba	-	-	108,00
Forragem verde	Verba	-	-	120,00
Receitas (B)	-	-	-	12.825,00
Venda de aves	Unidade	855[2]	15,00	12.825,00
Receita Líquida[3]				

Discriminação	Umidade	Quantidade	Valor unitário	Total
Anual (B-A)	-	-	-	5.880,20
Mensal	-	-	-	490,02

Fonte: Elaborada pelos autores.

Notas: [1]Ração constituída por 30% de concentrado e 70% de milho; [2]Considerando uma mortalidade de 5%; [3]Considerando mão de obra familiar.

5.2 Aves de Postura

O módulo analisado **é** composto de dois lotes de 100 aves fêmeas que deverão ser alojadas em um galpão de 64 m^2 de área útil (4,00 x 16,00 m), dividido em dois compartimentos de 32 m^2 (4,00 x 8,00 m) e de dois cercados de 300 m^2 (15,00 x 20,00 m). Para que o módulo de postura seja economicamente viável, há necessidade de explorar a atividade de corte ao mesmo tempo em que a de postura, ainda que a postura seja a atividade principal. Desta forma, os dois galpões serão povoados ao mesmo tempo, como descrito abaixo:

- **Galpão 1**: Povoado com aves exclusivamente para postura. Este lote iniciará a produção a partir do quinto mês e produzirá até os 18 meses de idade, quando deverá ser vendido e substituído por outro lote em início de produção.
- **Galpão 2**: Povoado com fêmeas para venda e abate aos 4 meses. Após a primeira venda, o galpão será repovoado por mais duas vezes para vender os lotes, novamente, aos quatro meses de idade. Assim, o produtor venderá fêmeas com quatro meses de idade por três vezes no primeiro ano de atividade. No quarto povoamento, as fêmeas não serão abatidas. Essas aves já estarão em início de produção de ovos e irão substituir o primeiro lote do Galpão 1, que será descartado, como foi explicado acima. Depois disso, o Galpão 2 deverá ser repovoado para venda das fêmeas aos quatro meses, como já descrito.

Se os povoamentos forem feitos da forma apresentada, depois do primeiro ano, o produtor venderá galinhas no mínimo, duas vezes ao ano, além da produção diária de ovos. Na Tabela 7, é apresentada a rentabilidade desse sistema após sua estabilização.

Tabela 7 – Análise financeira anual de um módulo estabilizado com 160 aves de postura e 160 aves de corte da linhagem Pescoço Pelado

Discriminação	Umidade	Quantidade	Valor unitário	Total
Despesas de custeio (A)	-	-	-	6.502,00
Ração para postura	Kg	5.760	0,65	3.744,00
Ração para engorda	Kg	2.560	0,70	1.792,00
Pintos de um dia	Unidade	480	1,40	672,00
Vacinas	Frasco	6	5,00	30,00
Forragem verde	Verba	-	-	60,00
Energia	Verba	-	-	54,00
Material de limpeza	Verba	-	-	50,00
Embalagens	Verba	-	-	100,00
Receitas (B)				14.415,00
Venda de ovos	Bandejas[1]	1.095[2,3]	9,00	9.855,00
Venda de aves	Unidade	304[2]	15,00	4.560,00
Receita l**íquida**[4]				
Anual (B-A)				7.913,00
Mensal				659,41

Fonte: Elaborada pelos autores.

Notas: [1]Bandeja com 30 ovos; [2]Considerando uma mortalidade de 5%; [3]Considerando um índice de postura de 60%, com produção por 12 meses; [4]Considerando mão de obra familiar.

6 PREVENÇÃO E CONTROLE DAS PRINCIPAIS DOENÇAS

Os micro-organismos causadores de doenças são disseminados das mais diferentes formas. Desse modo, o pessoal que lida com as aves deve estar consciente da importância das doenças, observando os cuidados com o isolamento das aves, com a higiene das instalações e equipamentos e com as vacinações. Alguns cuidados básicos devem ser considerados:

- Construir os aviários em local isolado, distante de estradas e de outras construções e rodeado de árvores não frutíferas que servem de filtro, diminuindo os riscos de contaminação;
- Adquirir somente aves de boa procedência;
- Evitar o trânsito de pessoas, animais e veículos nas proximidades do galpão.
- Não criar diferentes espécies (galinhas, patos e angolas) no mesmo ambiente;
- Alojar de cada vez, somente aves da mesma idade;
- Fornecer somente água e alimentos de boa qualidade;
- Fazer a higienização das instalações e dos equipamentos sempre que for instalar um novo lote;
- Fazer vazio sanitário, por um período mínimo de 10 dias;
- Submeter a um processo de lavagem e desinfecção qualquer material ou equipamento a ser introduzido no aviário;
- Evitar superlotação (no máximo de cinco aves/ m²);
- Combater os ratos, mosquitos e moscas. Os ratos são potenciais transmissores de doenças (salmonelose, cólera, micoplasmose, coccidiose, piolhos e ácaros). As moscas e mosquitos podem servir de veículo de várias doenças, o que lhes impõe um controle permanente.
- Isolar em local distante das demais, as aves que se apresentarem tristes e sem se alimentar e procurar, imediatamente, a orientação de um médico veterinário;
- Destinar as carcaças de aves mortas à incineração ou fossa séptica;
- Evitar vazamentos de água no interior do galpão, já que a umidade propicia o desenvolvimento de micro-organismos e de vermes;
- Colocar pedilúvio na entrada de cada galpão;
- Vacinar contra as doenças que constituem desafio na região onde a criação está sendo desenvolvida;
- Manter registros sobre o estado sanitário das aves (datas das vacinações, tipos de vacina, medicação aplicada e mortalidade).

6.1 Bronquite Infecciosa

De acordo com Fábio e Rossini (2000, p. 1)

> "A Bronquite Infecciosa das Galinhas é uma doença altamente infecciosa, de origem viral, de caráter agudo que acomete aves de ambos os sexos, seja na criação para produção de carne, seja na criação para produção de ovos, nas mais diferentes idades, em praticamente todas as regiões do mundo onde existe avicultura industrial ou não."

O vírus da Bronquite Infecciosa (VBI), um Coronavírus, afeta os sistemas respiratório e urogenital. O vírus pode se propagar para diversos órgãos das galinhas. Inicialmente, a infecção causa doença respiratória nas aves afetadas, além de queda na produção de ovos em poedeiras e reprodutoras. Também podem ocorrer danos nos rins. Segundo Berchieri Júnior e Macari (2000, p. 297)

> "Mortalidade dificilmente ocorre. Se presente e em níveis elevados, deve-se a infecções bacterianas secundárias, principalmente *E.coli*, que ocasiona um Tabela septicêmico. Mortalidade devida somente ao vírus da bronquite infecciosa ocorre quando a infecção dá-se nos primeiros dias de vida das aves ou, quando se dá por um vírus que tem tropismo pelo tecido renal. Em aves mais velhas dificilmente ocorre mortalidade, observando-se mais comumente Tabelas reprodutivos ou respiratórios."

6.1.1 Sinais Clínicos

Alguns sinais clínicos são visíveis como: tosse, espirros, roncado, corrimento nasal, cara inchada, olhos lacrimejantes, respiração dificultada, morte por asfixia (em aves jovens), queda de postura e alterações na qualidade do ovo (como casca mole, rugosa e despigmentada e forma anormal).

6.1.2 Diagnóstico

O diagnóstico presuntivo é baseado no histórico do lote e dos sinais clínicos. Realizado mais no estágio inicial da doença, quando se tem mortalidade do lote e queda nos níveis de produção de ovos. Torna-se um diagnóstico difícil, pois, no início pode-se confundir com outras enfermidades respiratórias ou reprodutivas, ou ainda, com reações vacinais.

6.1.3 Prevenção e Controle

Fábio e Rossini (2000; p. 20)

> "O controle da bronquite infecciosa está relacionado com prevenção da infecção dentro do lote. Impedir a transmissão para outros lotes e para outras granjas por meio de medidas de manejo e vacinação, já que este vírus, quando presente, é altamente invasivo, disseminando-se rapidamente no organismo da ave. No aspecto de manejo, como a principal via de transmissão é a via aérea e o vírus se espalha rapidamente dentro do lote, podemos tentar impedir a transmissão para outros galpões por meio do controle do fluxo de pessoas, banho, troca de roupa, impedir o acesso de veículos de ração, ovos de área não infectada para áreas infectadas. Isto é válido para outras granjas próximas também. No caso de granjas de múltipla idade, em algumas áreas intensamente povoadas, este trabalho de manejo para impedir a transmissão fica quase impossível."

6.2 Bouba Aviária

De acordo com Bernadino (2000, p.331)

> "A bouba aviária também chamada de varíola aviária é uma enfermidade hiperplásica caracterizada pelo aparecimento de lesões cutâneas proliferativas e nodulares nas áreas desprovidas de penas (cristas, barbelas e pés) constituindo a forma cutânea da doença. A etiologia é um avipoxvírus da família Poxviridae (DNA-vírus), altamente resistente. A lesão é uma área nodular, esbranquiçada e saliente, que aumenta de volume, tornando-se amarelada e evoluindo para a formação de crosta espessa e de coloração cinza-escura. O controle é feito utilizando vacinas com vírus atenuado."

A bouba ataca principalmente os pintinhos embora os adultos também; a transmissão dá-se por intermédio do mosquito ou por contatos entre as aves (BERNARDINO, 2000, p. 335).

6.2.1 Diagnóstico

O diagnóstico presuntivo de bouba aviária são o histórico, os sintomas e as lesões, enquanto que a histopatologia ou os testes de anticorpos fluorescentes podem confirmar o diagnóstico.

6.2.2 Prevenção e Controle

Não há tratamento para a bouba aviária. A prevenção é a soma de medidas profiláticas e vacinação. Quando usada no momento de um surto, a vacinação é mais um tratamento do que prevenção. Segundo Bernadino (2000, p. 336)

> "Vacinação contra a bouba em associação com a vacina da Marek no incubatório, no 1° dia de idade, via subcutânea no pescoço. Revacinar as aves com no mínimo quatro semanas de idade e no máximo quatro semanas antes do início de produção de ovos se estas aves foram para postura, aplicada via membrana da asa (punção)."

Há diferentes tipos de vacinas disponíveis comercialmente: Vacina Amostra suave – (vírus galinha): para ser usada em aves com menos de seis semanas de idade. É atenuada por passagens em cultura celular. Vacina Amostra forte – (vírus galinha): Origem de embrião de galinha deve ser usada em aves acima de seis semanas de idade.

6.3 Doença de Newcastle

De acordo com Paulillo e Doretto Júnior (2000, p. 274)

> "É uma doença viral aguda que se dissemina rapidamente, acometendo aves comerciais, aves silvestres e domésticas, com sinais respiratórios (tosse, espirro, estertores) frequentemente seguidos por manifestações nervosas e por diarreia e edema da cabeça. A manifestação clínica e a mortalidade variam segundo a patogenicidade da amostra do vírus. É uma infecção de ave causada por um vírus do sorotipo *Paramyxovirus* aviário tipo 1."

De acordo com Pessoa (2009; p. 1)

> "A doença de Newcastle pode disseminar-se por intermédio de aves selvagens como pardais, gralhas e corvos, excretada nas fezes e nas secreções respiratórias; vias de transmissão oral e respiratória; transmissão vertical; infecção de embriões através de casca de ovos contaminada por vírus; aves importadas ou pássaros; aves migratórias; ovos férteis; vacinas; transporte de aves vivas. O movimento de aves dentro de certa área é, a rigor, a principal fonte disseminadora; o próprio homem, principalmente de maneira mecânica; causas inanimadas como bactérias, gaiolas e galinheiros infectados; vento, fator de importância nas chamadas áreas densas; água e alimentos, frequentemente contaminados com secreções ou excreções de aves doentes; aves convalescentes, que eliminam vírus por um longo período de tempo."

6.3.1 Sinais Clínicos

Sinais respiratórios, nervosos e digestivos; espirros e respiração ofegante; asas caídas, pernas distendidas, torção de cabeça e pescoço, andar em círculo e de costas, depressão, falta de apetite, paralisia completa; diarreia aquosa e esverdeada, desidratação, tosse, conjuntivite, cabeça inchada e cambalhotas. Na forma mais severa apresenta alta mortalidade, podendo chegar a 100%.

6.3.2 Diagnóstico

Exame laboratorial (soro sanguíneo e isolamento do vírus).

6.3.3 Prevenção e Controle

Vacinação e exame sorológico para detecção de aves contaminadas. De acordo com Paulillo e Doretto Júnior (2000, p.274).

> "A principal estratégia de controle da Doença de Newcastle é a interdição de qualquer propriedade com foco da doença e a destruição dos produtos infectados ou expostos para remover as formas mais ativas de difusão do vírus. Isso é feito em associação com a quarentena e controle do trânsito de animais para conter o vírus, descontaminação para remover qualquer vírus, remanescente, vigilância para determinar

a extensão da infecção e zoneamento para definir as áreas infectadas e livres de doença."

6.4 Doença de Marek

É provocada por um vírus que pode causar grandes prejuízos pela mortalidade elevada e pelo alto índice de refugo de carcaças nos abatedouros. De acordo com Canal e Silva (2000, p.255), a enfermidade de Marek é uma doença linfoproliferativa, causada por herpesvírus e caracterizada pela infiltração de células em um ou mais dos nervos periféricos, gônadas, íris, vísceras, músculos e pele.

6.4.1 Sinais Clínicos

- **Cutânea:** As lesões predominam na pele do pescoço e nos folículos da região lateral do peito e da face externa da perna e da coxa. Caracterizam-se por hipertrofia dos folículos das penas ou por formação de tumores que produzem hemorragia. Esta forma, às vezes, precede a forma visceral.
- **Visceral:** As lesões se localizam no coração, fígado, rins, intestinos, gônadas, músculos e Bolsa de Fabrício, onde a lesão é do tipo degenerativa.
- **Neural ou Clássica:** Nesta forma, as lesões se localizam nos nervos periféricos que se mostram hipertrofiados. Neste caso, há paralisia das pernas, asas, pescoço e pálpebras, podendo haver dificuldade respiratória e/ou incoordenação motora se o sistema nervoso central for acometido.
- **Ocular ou Crônica:** A lesão ocorre na íris, com alteração da pupila. Com o avanço da doença, pode ocorrer cegueira pelo comprometimento do nervo óptico.

6.4.2 Diagnóstico

Feito mediante o isolamento viral e posterior caracterização.

6.4.3 Prevenção e Controle

Vacinação no primeiro dia de vida. Não existe nenhum tratamento para a doença, logo, medidas de controle e prevenção devem ser tomadas para diminuir os prejuízos da infecção pelo vírus.

6.5 Doença de Gumboro

De acordo com Santos et al (2000, p. 43)

> "Desde o final de 1997, o motivo principal de preocupação dos produtores avícolas no Brasil, tem sido as infecções por um vírus mais virulento, comumente chamado de G-11, devido ao padrão molecular utilizado para classificação pelo Laboratório SIMBIOS, o qual, na análise do fragmento de DNA classificou-o de maneira particular no chamado "grupo molecular 11". Contudo, não podemos relevar a presença de outros tipos de vírus de Gumboro pertencentes ao sorotipo 1, menos patogênicos, que estão presentes em nosso país e muitas vezes causando a "Gumboro subclínica" onde não vemos sintomatologia nem lesões características, mas sim problemas secundários, principalmente respiratórios, devido ao problema de imunossupressão causado por estes vírus."

Doença infecciosa altamente contagiosa das aves, causada por vírus que acomete principalmente, a Bolsa de Fabrício de aves jovens (SIMON; ISHIZUKA, 2000, p. 301). A doença afeta galinhas e perus, sendo a infecção mais grave nas linhagens de postura. Afeta aves jovens (entre três e seis semanas de idade). Quando a infecção ocorre antes da 3ª semana, a imunodepressão é grave e de difícil regressão. Quando a infecção acontece após a 6ª semana, é geralmente discreta e de fácil reversão.

6.5.1 Sinais clínicos

De acordo com Santos et al. (2000, p. 42)

> "Os sinais clínicos são inespecíficos, podendo, portanto serem confundidos com os de outras doenças. Tristeza, depressão, anorexia, diarreia mucoide, desidratação, palidez acentuada, autobicagem na região da cloaca. Alta morbidade e mortalidade também relativamente alta."

A forma subclínica ou silenciosa é mais frequente e mais importante. Não há mortalidade e se houver é muito baixa. Todavia, o vírus lesa todo o sistema imunológico da ave, principalmente, a Bolsa de Fabrício, prejudicando não só a resistência da ave a outras doenças, mas também a resposta às vacinas.

6.5.2 Diagnóstico

O diagnóstico é feito por meio do isolamento viral.

6.5.3 Prevenção e controle

Na maioria das vezes, medidas preventivas são suficientes para evitar a contaminação dos plantéis. Todo indivíduo que trabalha em uma criação deve ser devidamente esclarecido, motivado, envolvido e treinado para que possa executar as atividades de forma a obedecer aos procedimentos estabelecidos. As instalações devem ser dimensionadas e projetadas para propiciar o conforto das aves, impedindo a entrada de estranhos e de animais, facilidade de limpeza e desinfecção, ventilação adequada e controle de temperatura e umidade, restrição ou proibição de entrada de veículos e pessoas estranhas à propriedade, principalmente, quando transitam por outras criações de aves.

6. 6 Coriza Infecciosa

É uma doença respiratória altamente contagiosa, causada pela bactéria *Haemophilus paragallinarum*, que ataca galinhas, mas pode ocorrer, ainda que raramente, em faisões, angolas e codornas. Patos, perus, pombos, pardais, cobaias, coelhos e camundongos não desenvolvem a doença. De acordo com Reis (1967, p. 119)

> "A coriza é uma enfermidade bacteriana altamente contagiosa de curso agudo ou crônico causada pela bactéria Haemophilus paragallinarum, implicando em uma enorme importância econômica uma vez que pode ser responsável pela queda de postura (40% de perda). A doença é caracterizada pela inflamação das mucosas do aparelho respiratório (principalmente o trato superior), podendo por vezes atacar o globo ocular. Ocorre pelo contato direto por aerossóis em suspensão no ar de aves

> enfermas e pela contaminação da água e alimentos, principalmente na época de estações chuvosas."

Segundo Gama e Nascimento (2000, p. 227) aves infectadas de forma crônica e portadoras assintomáticas são importantes fontes de infecção. A bactéria pode ser transmitida por intermédio de moscas, por contato direto entre aves e por meio da água dos bebedouros que é a principal fonte de contaminação. A mortalidade não é elevada, mas o atraso no crescimento ou a diminuição da postura pode resultar em grandes perdas econômicas.

6.6.1 Sinais Clínicos

- Anorexia;
- Espirros, tosse e dificuldade na respiração:
- Congestão das vias respiratórias;
- Descarga nasal serosa, que logo se torna purulenta;
- Edema na face e barbelas;
- Perda de peso;
- Morbidade alta;
- A mortalidade pode ser elevada;
- Aviários com animais acometidos com a CI na forma complicada ou crônica apresentam um odor característico, fétido, descrito como "cheiro de rato";
- Diminuição na produção de ovos.

6.6.2 Diagnóstico

Os sinais clínicos isolados não são suficientes para um diagnóstico seguro, já que outras doenças podem produzir sinais clínicos semelhantes. Entretanto, pode-se fazer um diagnóstico com base no histórico do caso, na sua sintomatologia e na ocorrência de doença naquele aviário ou naquela localidade. Um diagnóstico à prova de erros somente pode ser feito com o isolamento do agente causador. Não há tratamento eficaz, portanto, os cuidados com a prevenção e o controle são fatores decisivos para evitar a contaminação dos plantéis.

6.6.3 Tratamento

De acordo com Gama e Nascimento (2000), citado por Berchieri Júnior e Macari (2000, p. 230):

> "As aves respondem ao tratamento com antimicrobianos. Após 5 a 7 dias de medicação oral, os sinais clínicos desaparecem quase que completamente. Entretanto, a doença pode voltar com a descontinuidade do tratamento, além do fato de as aves tratadas permanecerem portadoras, podendo, infectar as sadias."

Várias sulfas e outros antibióticos são úteis em aliviar os piores efeitos da doença, notadamente os produtos que podem ser misturados à água ou à ração. Tratamento com produtos injetáveis são restritos a pequenas criações devido ao dispêndio com mão de obra. É importante lembrar que durante o tratamento e até cinco dias após o seu término, os produtos avícolas não devem ser comercializados.

6.6.4 Prevenção e Controle

Isolamento dos lotes de idades diferentes, eliminação das aves contaminadas e incineração dos cadáveres, limpeza e desinfecção das instalações e equipamentos, remover as aves com face inchada, pois se tornarão portadoras da doença, e o vazio sanitário que neste caso deve ser de duas a três semanas.

Para erradicar a doença de uma propriedade, deve-se, necessariamente, isolar os lotes infectados, tratá-los e descartá-los, logo em seguida. A adição de desinfetantes à base de iodo à água ou a sua cloração, são medidas sanitárias indispensáveis para evitar a disseminação por meio da água de beber. O uso da vacina contra a CI é importante e economicamente justificável. Recomenda-se a administração de duas doses da vacina, devendo a primeira ser aplicada na 12ª semana de idade e a segunda (oleosa), na 16ª semana. Em regiões de alta incidência de CI, deve-se antecipar a vacinação, efetuando a primeira entre a 5ª e a 7ª semana de idade e a segunda entre a 13ª e a 15ª semana. A proteção mais efetiva é obtida quando a vacina é administrada três a quatro semanas antes da ocorrência do surto, bem como quando o local de aplicação é o músculo do peito. A proteção conferida dura cerca de nove meses, quando deverá ser feito o reforço.

6.7 Cólera

É uma das piores doenças que atacam as aves. Também conhecida como septicemia hemorrágica e *pasteurelose*, é uma doença altamente contagiosa, cujo agente causador é a bactéria *Pasteurella sp multocida* que pode causar grandes prejuízos às criações. A partir do momento em que a doença é introduzida em um plantel, é disseminada rapidamente, por meio do contato entre aves doentes e sadias. As principais fontes de contaminação são as instalações, a água de beber e alimentos contaminados com a bactéria.

6.7.1 Sinais Clínicos

- **Na forma hiperaguda:** as aves afetadas morrem logo após o aparecimento dos primeiros sinais clínicos: sonolência, febre alta, tristeza profunda, penas arrepiadas. Pode ocorrer morte súbita. A crista e as barbelas ficam cianóticas.
- **Na forma aguda:** a mortalidade não é tão elevada. As aves, geralmente, apresentam-se tristes, sonolentas, com penas arrepiadas, falta de apetite, com dificuldade respiratória, descarga mucosa pelo bico e diarreia aquosa intensa, inicialmente esbranquiçada, passando a amarela e, posteriormente, esverdeada, às vezes, sanguinolenta.
- **Na forma crônica:** os sinais clínicos, geralmente, são localizados. Às vezes observam-se aumento de volume da articulação de perna (dificuldade locomotora), barbelas inchadas, às vezes arroxeadas, dificuldade respiratória (dispneia) e torcicolo. Esta forma pode ser uma evolução da forma aguda ou resultante de uma infecção por amostra de baixa patogenicidade.

6.7.2 Diagnóstico

No diagnóstico devem ser considerados outros problemas sanitários como: envenenamento, doença de Newcastle, Salmoneloses, Colibacilose e Bouba que podem apresentar sinais clínicos semelhantes. Para um diagnóstico seguro, recomendam-se o isolamento e identificação da bactéria.

6.7.3 Prevenção e Controle

Para prevenir a incidência de Cólera, é indispensável a adoção de boas práticas de manejo, com ênfase nas medidas sanitárias: incinerar os cadáveres ou colocá-los em fossa séptica; após a saída do lote, limpar e desinfetar rigorosamente as instalações e deixá-las vazias por um período de 15 a 20 dias; combater, sistematicamente os ratos e outros roedores silvestres, pois estes são considerados portadores naturais do micro-organismo causador da doença. As aves recuperadas da doença devem ser descartadas, logo após a recuperação, devido à sua condição de portadoras.

6.8 Pulorose (*Salmonella sp pullorum*)

É uma doença contagiosa, aguda ou crônica, causada pela bactéria *Salmonella pullorum* que ataca galinhas, perus e outras espécies como faisões, codornas, pardais, canários e papagaios.

Entre as linhagens de galinha, as leves são muito mais resistentes que as semipesadas e estas, que as pesadas.

A doença começa a se manifestar a partir do 1° dia de vida e a mortalidade é alta até a 3ª semana de idade, quando os sinais clínicos começam a desaparecer. A mortalidade pode atingir 80 % do plantel e as aves que sobrevivem geralmente se tornam portadoras.

6.8.1 Sinais Clínicos

Os pintinhos acometidos apresentam tristeza, febre alta, falta de apetite, asas caídas, sonolência, penas úmidas, crescimento retardado, diarreia branca ou amarelada. As fezes se acumulam em volta da cloaca, formando placas que podem obstruir o orifício, impedindo a saída das fezes.

Nas aves adultas, os sinais nem sempre são evidentes, o que torna o diagnóstico difícil. As aves acometidas podem apresentar queda de postura, falta de apetite, penas arrepiadas, crista pálida, diminuição na fertilidade e na eclodibilidade, ascite e posição de pinguim.

6.8.2 Diagnóstico

O diagnóstico seguro só se consegue com o isolamento e identificação do agente causador.

6.8.3 Prevenção e Controle

Não introduzir aves no plantel que não tenham o atestado de livre de *Salmonella pullorum* recente. Realizar os exames de *Salmonella sp* no início do período de postura. Este procedimento tem-se mostrado eficiente como instrumento de prevenção e transmissão por meio do ovo e tem sido considerado o principal responsável pelo sucesso no controle da doença.

6.9 Tifo Aviário

É uma doença contagiosa causada pela bactéria *Salmonella gallinarum* que ataca galinhas, perus, angolas e, muito raramente, outras espécies. São bactérias que causam doenças clínicas e intoxicações alimentares no homem, principalmente, por intermédio de ovos consumidos crus ou malpassados.

6.9.1 Sinais Clínicos

As aves acometidas apresentam falta de apetite, febre, sede excessiva, diarreia amarelo-esverdeada, isolamento e queda de postura. Embora o tifo seja mais comumente descrito em aves adultas, a doença pode acometê-las em qualquer idade.

6.10 Coccidiose

Também conhecida pelo nome de Eimeriose é uma doença parasitária causada por protozoários das espécies *Eimeria tenella* e *Eimeria mecatrix*.

A presença de umidade na cama do aviário ou nos cercados favorecem o desenvolvimento do parasito, podendo causar a doença na sua forma mais severa, que provoca mortalidade elevada.

6.10.1 Sinais Clínicos

- *Eimeria necatrix* – Diarreia aquosa e branca, tristeza, asas caídas, anemia, desidratação rápida e mortalidade elevada;

- *Eimeria tenella* – Aves tendendo a agrupar-se, diarreia frequente com presença de sangue, anemia, desidratação acentuada e mortalidade elevada.

6.10.2 Diagnóstico

No diagnóstico diferencial, deve-se considerar que, frequentemente, ocorrem infestações por mais de uma espécie de *Eimeria*.

6.10.3 Tratamento

No tratamento deve-se considerar o ciclo do parasito, pois os oocistos não são sensíveis aos medicamentos. A viragem frequente da cama e a retirada das partes úmidas são fundamentais para o êxito do tratamento. Os anticoccidianos de última geração são eficientes no controle químico do parasito.

6.10.4 Prevenção e Controle

A desinfecção com lança-chamas é o método mais eficiente para reduzir a contaminação do galpão, sempre que se for instalar um novo lote.

6.11 Verminoses

São doenças causadas por parasitos internos que atacam as galinhas, provocando danos à sua saúde, com consequentes perdas econômicas, principalmente nas criações onde as regras básicas de higiene não são respeitadas. Entre elas, as mais importantes são as causadas por nematoides. Os nematoides são os vermes mais frequentes em nosso meio, principalmente, nas criações extensivas. As verminoses mais importantes são:

- **Ascaridiose:** É uma das parasitoses mais frequentes do intestino. É causada pela *Ascaridia galli*. Em pintos de até 30 dias, esta doença, quando intensa, pode acarretar distúrbios graves com consequente atraso no crescimento e aumento da conversão alimentar.
- **Heteraquiose:** É causada por um pequeno verme conhecido pelo nome de Heteraques, que ataca galinhas, perus, angolas, faisões, patos e marrecos. A espécie mais comum em nossos criatórios é o

Heterakis gallinae que, além de provocar úlceras no intestino, desempenha importante papel na disseminação da enterepatite.

- **Acuarioses:** São verminoses que causam perturbações digestivas, às vezes graves, decorrentes das alterações que o parasito acarreta no proventrículo e na moela.
- **Capilarioses:** São doenças causadas por vermes finos como fios de cabelo (capilárias); são incolores e por isso, não são percebidos, mesmo possuindo apreciável tamanho (até 10 cm). As capilárias atacam galinhas, perus, angolas, patos e outras espécies, causando irritações, às vezes graves no esôfago, no papo e no intestino.
- **Tetramerose:** É uma verminose causada, principalmente, pelo parasito Tetrameres confusa, que ataca galinhas, perus e pombos. Este verme se aloja no proventrículo causando sérios danos. Parte da evolução do parasito ocorre no organismo de certos invertebrados (gafanhotos e baratas); quando as aves comem esses insetos, são infestadas.

6.11.2 Sinais Clínicos

Só são observados quando existem infestações muito graves. Os mais comuns são: falta de apetite, cristas e barbelas pálidas, diarreia, aves fracas e magras, atraso no crescimento e diminuição na produção de ovos.

6.11.3 Diagnóstico

O diagnóstico é feito mediante pesquisa de ovos nas fezes e/ou pela necropsia, quando se examinam os órgãos afetados.

6.11.4 Prevenção e Controle

- Lavar e desinfetar as instalações, sempre que for instalar um novo lote. O uso de vassoura de fogo e/ou água de cal fervente são bastante eficientes;
- Limpeza e desinfecção rigorosa de comedouros e bebedouros;
- Fornecer somente água tratada, já que a água contaminada é o principal agente de disseminação das verminoses;

- Evitar o contato entre aves de diferentes idades ou de espécies diferentes;
- Evitar o derramamento de água no interior do galpão. Se isso acontecer, substituir a cama molhada por outra seca, imediatamente;
- Revolver, frequentemente, a cama do aviário e o solo dos cercados.

Sempre que tiver notícia de uma doença nas circunvizinhanças, é aconselhável que o avicultor faça a vacinação de suas aves, seguindo as recomendações contidas na Tabela 8.

Tabela 8 – Calendário de vacinação para aves caipiras de corte e postura, em sistema semi-intensivo

Idade (dias)	Vacina	Forma de aplicação
1	Marek e Bouba Suave	Subcutânea no incubatório
7	Newcastle e Bronquite*	Uma gota no olho
14	Gumboro*	Uma gota no olho
30	Newcastle e Bronquite*	Uma gota no olho
70	Coriza**	Intramuscular
80	Bouba forte **	Membrana da Asa
140	Coriza**	Intramuscular

Fonte: Elaborada pelos autores.
Notas: *Para aves de corte e postura. **Somente para aves de postura.

AGRADECIMENTOS

Ao Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Fundeci/ETENE/Banco do Nordeste, pelo apoio financeiro ao projeto “Melhoria na Renda das Populações Assentadas do Semiárido Potiguar por Meio da Tecnificação da Produção Avícola Caipira”.

REFERÊNCIAS

AVILA, V. S.; JAENISCH, F. R. F.; PIENIZ, L. C.; LEDUZ, M. C.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA, P. A. V. **Produção e manejo de frangos de corte**. Concórdia: Embrapa – CNPSA, 1992.

BAIAO, N. C. Alimentação e controle de peso. In: FACTA. **Manejo de matrizes**. Campinas: Facta, 1994.

BEECHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000.

BERNARDINO, A. Bouba aviária. In: BEECHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000.

CANAL, C. W.; SILVA, E. N da. Enfermidade de Marek, complexo leucótico aviário e reticuloendoteliose. In: BEECHIERI JÚNIOR, A. e MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000.

ENGLERT, S. **Avicultura:** tudo sobre raças, manejo, alimentação e sanidade. Porto Alegre: LEAL, 1980.

FÁBIO. J. D.; ROSSINI, L. I. Bronquite infecciosa das galinhas. In: BEECHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: FACTA, 2000.

FÁBIO. J. D.; ROSSINI, L. I. **Bronquite infecciosa**. Disponível em: <http://www.bronquite-infecciosa.com>. Acessado em: 13 out. 2009. Campinas: Facta, 2000.

FARIA, D. E.; JUNQUEIRA, O. M. Enfermidades nutricionais. In: BEECHIERI JÚNIOR, A. e MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000.

GAMA, N. M. S. Q.; NASCIMENTO, V. P do. Coriza infecciosa das galinhas e pasteureloses. In: BEECHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: FACTA, 2000.

MACHADO, P. S. Manejo do 1° ao 28° dias. In: FACTA. **Manejo de frangos**. Campinas: Facta, 1994.

MAZZUCO, H.; ROSA, P. S.; PAIVA, D. P.; JAENISCH, F.; MOY, J. **Manejo e produção de poedeiras comerciais**. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1997.

PAULILLO, A. C.; DORETTO JÚNIOR, L. Doença de Newcastle. In: BEECHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000.

REIS, J. **Doenças das aves**. 7.ed. São Paulo: Edições Melhoramentoss, 1967.

SANTOS, B. M dos.; FARIA, J. E de.; RIBEIRO, V. V. **Doenças das aves**. Viçosa: UFV, 2000.

SIMON, V. A.; ISHIZUHA, M. M. Doença infecciosa de bolsa de Fabrício. In: BEECHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000.

Capítulo 5

Incubação alternativa de ovos de aves domésticas: perspectiva para a agricultura familiar

Patrícia Emília Naves Givisiez
Jalceyr Pessoa Figueiredo Júnior
Élcio Gonçalves dos Santos
Marcelo Hélder Medeiros Santana
Guilherme Saraiva Gonçalves Bach
Fernando Guilherme Perazzo Costa
José Humberto Vilar da Silva

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste apresenta-se como uma região composta em sua grande maioria por estabelecimentos familiares, sendo o segmento da avicultura alternativa uma das atividades tradicionalmente exercidas e desenvolvidas nas propriedades. Este segmento da indústria avícola vem ganhando espaço no mercado consumidor devido a uma porção crescente da sociedade que se mostra preocupada em consumir alimentos mais saudáveis. A atividade pauta-se em técnicas mais naturais e menos estressantes, resultando em produtos com preço maior e características peculiares, como carne com sabor diferenciado e menor teor de gordura. Assim, a produção caipira vem se tornando uma oportunidade ímpar para as pequenas e médias propriedades, podendo, em um futuro breve, contribuir com resultados animadores para o setor avícola.

Atualmente, a avicultura alternativa possibilita a participação de toda a família, pois o manejo é fácil e simples, e também pauta-se na conversão de grãos e outros produtos de origem vegetal (frutas, hortaliças, capins, etc.) em alimentos de alto valor nutricional (carne e ovos) que podem ser empregados na alimentação da família e também ser comercializados com bom retorno financeiro.

A agricultura familiar é um universo profundamente heterogêneo em termos de disponibilidade de recursos, acesso ao mercado, capacidade de geração e acumulação de renda. O produtor familiar, quando recebe apoio suficiente, é capaz de produzir uma renda total, incluindo a de autoconsumo, bastante atrativa, fazendo com que ele acredite na sua empresa (propriedade rural) e se mantenha no campo. O fortalecimento e desenvolvimento da agricultura familiar necessita da integração das políticas econômicas, agrícolas e de desenvolvimento rural, de forma a reduzir os atritos e aumentar a sintonia entre os diferentes setores do setor público e privado, contribuindo de forma mais participativa com a educação do homem do campo.

Nesse sentido, é essencial a participação de agentes de pesquisa e extensão com o descobrimento e/ou aprimoramento de tecnologias e a troca dessas informações com os produtores. Na produção de aves, a incubação é uma etapa delicada, mas, por outro lado, é de fácil execução. O processo de incubação é bastante oneroso e responde por uma fatia bastante significativa dos gastos iniciais para implantação da criação através da compra de pintos de 1 dia. Assim, uma das soluções na tentativa de diminuir os gastos e aumentar a lucratividade por produtor seria a implantação indi-

vidual ou coletiva de instalações de incubadoras alternativas que podem representar um baixo custo de construção, índices satisfatórios de eclodibilidade desde que manejados corretamente, sendo uma alternativa rentável de aumento de produtividade e renda, a um custo reduzido para os médios e pequenos produtores.

Este texto abordará algumas informações relacionadas à agricultura familiar e produção de aves tipo caipira, discorrendo posteriormente sobre variáveis importantes relacionadas à incubação de ovos. Finalmente, serão apresentadas informações sobre a construção e a utilização de dois tipos de incubadoras alternativas, de fácil construção e manuseio, as quais podem ser meios de aumentar a produtividade em criações familiares.

2 AGRICULTURA FAMILIAR

O Censo Agropecuário 2006 veio possibilitar o preenchimento de uma importante lacuna de informações oficiais para as políticas públicas de desenvolvimento rural: quantos são, onde estão, como e o que produzem os agricultores familiares no País. Em 24 de julho de 2006, foi sancionada a Lei nº 11.326, que forneceu o marco legal da agricultura familiar, permitindo a sua inserção nas estatísticas oficiais (IBGE, 2009). Os dados apresentados abaixo são oriundos do material produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a partir das informações constantes do Censo Agropecuário 2006 e de outras fontes (indicadas).

Os agricultores familiares no Brasil representam 84,4 % do total de estabelecimentos rurais e ocupam 24,3 % da área total de estabelecimentos agropecuários brasileiros, demonstrando a grande concentração de terra, já que os estabelecimentos não familiares representam 15,6 % do total dos estabelecimentos e ocupam 75,7 % da área ocupada. O quadro se repete na região Nordeste: 89,3 % do total de estabelecimentos agropecuários e 37,5 % da área total correspondem a estabelecimentos familiares (IBGE, 2009).

Os estabelecimentos familiares são responsáveis por 74,4 % do pessoal ocupado na agricultura. Entre as 12,3 milhões de pessoas ocupadas na agricultura familiar, 90,0 % têm laços de parentesco com o produtor, fato já esperado, pois a união dos esforços em torno de um empreendimento comum é uma característica importante da agricultura familiar (IBGE, 2009).

A agricultura familiar responde por um terço das receitas dos estabelecimentos agropecuários brasileiros em 2006, havendo ainda outras receitas

que não as advindas do próprio estabelecimento, tais como pensões ou aposentadorias e salários de outros tipos de atividades. Mais de R$ 5,5 bilhões chegaram aos produtores familiares por meio de aposentadorias, pensões e programas especiais dos governos em 2006 (IBGE, 2009).

Em relação à produção total, os estabelecimentos familiares são responsáveis por 37,8 % do valor total do país, sendo que o valor médio da produção anual da agricultura familiar é de R$ 13,99 mil. Dentre as atividades, a criação de aves apresentou o menor valor médio (R$ 1,56 mil) por ano (IBGE, 2009).

A área média dos estabelecimentos familiares é de 26 ha, e o tamanho médio varia de região para região. Os estabelecimentos da região Nordeste têm a menor área média (17 ha) e os da região Centro-Oeste a maior (84 ha) (BUAINAIN, 2003). A grande maioria dos estabelecimentos nordestinos (2.055.157 estabelecimentos) se enquadra na categoria familiar (88,3 %), detendo 43,5 % da área e a maior parcela dos estabelecimentos agrícolas familiares do país (49,7 %) comparado com as demais regiões (EVANGELISTA, 2000).

A análise da renda total dos estabelecimentos demonstra que existe uma grande variabilidade do nível de renda. A renda total da grande maioria dos estabelecimentos dos agricultores familiares (68,9 %) situa-se no intervalo entre zero e R$ 3.000,00 ao ano. Outros 17,5 % possuem renda total entre R$ 3.000,00 e R$ 8.000,00 e apenas 0,8 % têm renda superior a R$ 27.500,00 ao ano. Cerca de 8 % dos estabelecimentos familiares, ocupando 10,8 % da área total dos agricultores familiares, apresentam renda total negativa. Na região Nordeste essa renda total é de R$70,00/ha, sendo a mais baixa do Brasil quando comparada com as demais regiões (BUAINAIN, 2003). Esse resultado pode ser em decorrência da desarticulação ou até pouca organização dos setores envolvidos. Apesar da baixa renda em relação às demais regiões do país, a agricultura familiar do Nordeste é mais eficiente por unidade de área que a agricultura patronal (GUANZIROLI, 2000).

Dentre as culturas utilizadas na agricultura familiar, chamam a atenção os percentuais alcançados na pecuária de pequenos animais (suínos e aves/ovos). A produção de aves se encontra em 2° lugar com 10,0 %, em relação a sua participação no valor bruto da produção total da agricultura familiar (GUANZIROLI, 2000), fato este que pode ser atribuído à melhor organização da cadeia produtiva e ao aumento no consumo de carne e ovos. Além disso, a agricultura familiar possui 50 % do plantel de aves do país, apesar de apresentar renda anual bastante inferior àquela dos estabelecimentos

não familiares (IBGE, 2009). A avicultura possui capacidade de conter o êxodo rural, pois estimula a pequena propriedade e permite melhor distribuição de renda e incentivo aos produtores, seja na atividade comercial, ou na familiar, por meio dos sistemas de integração (ROMANINI, 2009).

A falta de assistência técnica especializada nas propriedades é um dos fatores que contribui para grande heterogeneidade na renda e na condição de vida das famílias, dificultando o acesso de produtores a informações e tecnologias que venham facilitar seu manejo diário. Em 1996, apenas 16 % dos agricultores familiares tinham assistência técnica, dos quais 50 % usavam tecnologia manual e apenas 25 % usavam trator (BUAINAIN, 2003), fatores que impedem o melhor desempenho desse segmento dentro do contexto da agricultura do país.

O produtor familiar, quando recebe apoio suficiente, é capaz de produzir uma renda total, incluindo a de autoconsumo, bastante atrativa, fazendo com que ele acredite na sua empresa (propriedade rural) e se mantenha no campo.

A maior presença de profissionais nos estabelecimentos familiares possibilita a adoção de técnicas de manejo modernas que utilizam intensivamente os insumos adquiridos no mercado e as tecnologias de forma precisa a um menor custo possível, contribuindo, assim, com melhorias nos índices de produtividade da atividade exercida. A idéia de que a agricultura familiar deve ser exercida de forma rudimentar e que sua produção deve ser suficiente apenas para o consumo, ficando em segundo plano a comercialização de produtos, deve ser combatida para que o setor passe a contribuir de maneira mais efetiva com a geração de emprego e renda e melhoria de vida.

Assim, agricultura familiar apresenta potencial para incorporar, em seu processo de produção, mão-de-obra familiar mais tecnificada e aquisição de insumos industriais. A partir daí, torna-se possível buscar segmentos de mercado de alto valor agregado, nos quais possam ser obtidas algumas vantagens associadas à própria organização da produção familiar, que passará a funcionar como uma indústria que produz alimentos ou outros produtos de alta qualidade, visando alta produtividade e maiores lucros. Isto representará, para o produtor familiar, melhorias não só no seu ambiente de trabalho como também na sua qualidade de vida.

3 PRODUÇÃO DE AVES TIPO CAIPIRA

A criação de frangos com adoção de técnicas mais naturais tem sido uma tendência crescente em todo o mundo, inclusive no Brasil. A produção mundial de produtos orgânicos mostra crescimento de 25 % ao ano, movimentando o equivalente a US$ 8,7 bilhões (SCHMIDT; FIGUEIREDO, 2002). Estima-se que os produtos orgânicos no Brasil movimentaram cerca de 150 milhões em 1999, sendo US$ 20 milhões no mercado interno e US$ 130 milhões em exportação para países como Alemanha, França e Japão (SANTOS FILHO et al., 2001). A produção de orgânicos em 2018 foi de R$ 4 bilhões em 2018, crescendo 20 % em relação ao de 2017 (BRASIL, 2019). O mercado global de orgânicos movimentou EUR 97 bilhões em 2017 (IFOAM Organics International, 2019) e os principais produtores incluem Estados Unidos, Alemanha e França.

A criação caipira de aves é uma atividade produtiva que oferece grande acessibilidade a pequenos produtores rurais, desde que administrada sob rigoroso controle de sustentabilidade, sanidade e comercialização. Genericamente, produtos caipiras são definidos como aqueles provenientes da criação de aves em que parte da alimentação é suprida por alimentos naturais como capins a pasto ou picados, verduras, frutas, insetos e minhocas. Por suas características de sabor e qualidade peculiares, atendem geralmente ao mercado regional e mercados especiais, que são diversificados e mais sofisticados. Como existe grande demanda por parte dos consumidores, a qual não é totalmente contemplada, a carne dessas aves apresenta alto valor no mercado e comercialização garantida e abrem uma perspectiva aos produtores familiares, que poderão atender a esses mercados. Além dos animais, os ovos, por si só, constituem produto de alto valor comercial, pois podem ser vendidos ou usados para a reposição dos animais na propriedade. Desta forma, agrega-se ao produto um diferencial de valor de renda, fato que nem sempre é acompanhado de maiores custos de produção.

Atualmente este tipo de produção está regulamentado pela Instrução Normativa n° 007/99 da Divisão de Operações Industriais do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1999), a qual determina algumas exigências com relação a criação e ao manejo dos animais. As normas estabelecem, por exemplo, pré-requisitos a serem observados, como aspectos sanitários, existência de área de pastejo e área coberta para manutenção dos animais, além de cuidados com higiene e criação

inicial dos pintinhos. As formas de criação mais comuns para obtenção dos produtos caipiras são a semi-intensiva e a extensiva.

O sistema de produção de aves orgânicas/agroecológica também foi regulamentado pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da Portaria N° 505, de 16 de outubro de 1998, que é geral para produtos orgânicos de origem animal e vegetal (BRASIL, 1998). Tecnicamente podem ser considerados sinônimos os seguintes termos: sistema orgânico, ecológico, biológico, biodinâmico, natural, sustentável, regenerativo e agroecológico, assim como, também podem ser considerados sinônimos de Frango Caipira, Frango Colonial, Frango Tipo Caipira, Frango Estilo Caipira, Frango Tipo Colonial, Frango Estilo Colonial e Frango Verde. Entretanto, deve-se levar em consideração a relação entre os termos regionais de uso mais restrito, como é o caso do Frango da Roça, Frango de Capoeira, Galinha Pé Duro, Galinha Nativa e Frango Índio, os quais podem ser considerados sinônimos sob a denominação de galinhas nativas.

Segundo a Associação da Avicultura Alternativa – AVAL (2004), os sistemas de criação de frangos podem ser classificados da seguinte forma:

- **Frango Caipira ou Frango Colonial**: Frango cuja alimentação é constituída por ingredientes exclusivamente de origem vegetal, sendo proibido o uso de promotores de crescimento, coccidiostáticos e antibióticos na ração. Os animais são mantidos em galpão até os 28 dias de idade e depois são soltos a campo (sistema semi-intensivo). Recomenda-se 2 a 5 m^2 de área no piquete por ave e o abate deve ser feito a partir dos 85 dias de idade. As linhagens utilizadas devem ser próprias para este fim, sendo proibidas as linhagens comerciais específicas para frango de corte.

- **Frango Orgânico**: Frango criado segundo as normas de produção orgânicas. Assim, a alimentação das aves contém apenas ingredientes com origem orgânica, isto é, cultivada respeitando-se o bem estar e o meio ambiente. O sistema de criação é semelhante àquele do frango caipira ou colonial; em galpões até os 28 dias, sistema semi-intensivo após esta idade (2 - 5 m^2 de piquete por ave) e abate com idade mínima de 85 dias. As linhagens também são próprias para este fim, sendo vedadas as linhagens comerciais específicas para frango de corte.

- **Frango Alternativo**: Criação de forma intensiva e sem restrição de linhagem, podendo ser utilizadas as linhagens comerciais de frango de corte. Porém, devem ser criados sem o uso de antibióticos, coccidiostáticos, promotores de crescimento, quimioterápicos e ingredientes de origem animal na dieta. Finalmente, a densidade de criação deve ser bem menor e o tempo de alojamento é de aproximadamente oito semanas.

- **Frango Convencional**: Frangos produzidos em granjas de exploração comercial, de linhagem comercial geneticamente selecionada para alta taxa de crescimento e excelente eficiência alimentar. Criação em sistema intensivo com densidade animal elevada segundo as normas sanitárias vigentes, sem restrição ao uso de antibióticos, coccidiostáticos, promotores de crescimento, quimioterápicos e ingredientes de origem animal na dieta. O período de alojamento é de aproximadamente 6 semanas.

Atualmente, a criação de aves tipo caipira no Brasil tem caráter geralmente familiar, apresentando características de subsistência e baixa produtividade. O momento é crescente e favorável para a criação alternativa de aves, havendo um esforço de várias esferas do setor público no sentido de organizar e alavancar este segmento da indústria avícola. Necessita-se de orientação técnica para produtores e normatização de técnicas de criação, nutrição e manejo, além de abate, processamento e comercialização dos produtos no sentido de garantir qualidade e segurança alimentar para os consumidores.

4 INCUBAÇÃO DE OVOS

A incubação artificial de ovos de galinha é uma técnica amplamente adotada entre os grandes produtores do setor avícola, porém os pequenos produtores ainda limitam muito sua utilização em função do custo e dificuldade de aquisição do equipamento. Porém, o equipamento necessário para a incubação artificial pode ser de altíssima tecnologia, com controle eletrônico de temperatura, umidade, viragem e ventilação, ou pode ser simples, totalmente manual, contanto que sejam atendidas as exigências mínimas desses fatores (MARQUES, 1991). A seguir, algumas considerações serão feitas em relação à temperatura, umidade e viragem no processo de incubação.

No caso das aves, os embriões desenvolvem-se, a maior parte do tempo, fora do corpo da fêmea, estando sujeitos às variações de temperatura do meio. Isso ocorre porque os embriões das aves não são capazes de controlar sua temperatura corporal durante a maior parte da incubação, ou seja, não aumentam a produção de calor para manter sua temperatura quando ocorre queda de temperatura da incubadora (FRENCH, 1997, ROMANINI, 2009). Além disso, a captação de oxigênio no ovo é limitada pela casca. Desta forma, as variáveis do micro-ambiente que influenciam a permeabilidade das cascas dos ovos necessitam ser criteriosamente ajustadas em relação às demandas metabólicas embrionárias (ROMANINI, 2009). Porém, após a bicagem interna, no início do processo de eclosão, a capacidade termorregulatória aumenta muito quando se inicia a respiração pulmonar (DECUYPERE et al., 2003). Assim, durante a incubação, a temperatura é o fator mais importante para a eclodibilidade (WILSON, 1991; AL-THANI; SIMKISS, 1992), pois o metabolismo celular embrionário depende única e exclusivamente da temperatura (CALIL, 2007a). É por esse motivo que as incubadoras devem propiciar o controle preciso da temperatura, umidade relativa do ar, fluxo de O_2, CO_2 e freqüência de giro das bandejas de ovos, o que se torna cada vez mais difícil com a tendência atual do aumento da capacidade das incubadoras. Quanto maior a incubadora, torna-se mais complicado manter a uniformidade no seu interior durante todo o período de incubação, prejudicando a produção (ROMANINI, 2009). O controle do micro-clima ao redor dos ovos torna-se, portanto, mais simples em incubadoras de pequena capacidade.

A temperatura ótima de incubação situa-se entre 37 ºC e 38 ºC, podendo variar devido à umidade e ao movimento de ar dentro da incubadora. No entanto, as variações temperatura embrionária não devem variar muito durante o desenvolvimento dentro da incubadora (LOURENS, 2005; LOURENS, 2006; BOERJAN, 2006).

Al-Thani e Simkiss (1992) descreveram a influência da temperatura sobre o desenvolvimento do embrião, esquematizado na Figura 1. A faixa de temperatura onde ocorre eclosão normal varia de 35 ºC a 40,5 ºC, apesar de os embriões desenvolverem-se em diferentes velocidades. Abaixo de -2 ºC, ocorre a formação de cristais de gelo nos tecidos, causando danos fatais (zona de injúria pelo frio), enquanto que, a partir de 40,5 ºC, ocorrem também danos aos embriões, devido ao calor (zona de injúria pelo calor). A faixa de temperatura acima do congelamento (-2 ºC) e abaixo de 27 ºC possibilita parada no desenvolvimento do embrião, sem impedi-lo de se

desenvolver, se colocado novamente em temperaturas apropriadas (zona de suspensão do desenvolvimento). Entre 27 ºC e 35 ºC, os tecidos e órgãos do embrião se desenvolvem, porém de forma desproporcional, impedindo a eclosão (zona de desenvolvimento desproporcional).

A Figura 1 permite observar ainda que o embrião é mais sensível ao aquecimento do que ao resfriamento, pois a temperatura crítica superior está mais próxima da temperatura ideal de incubação do que a temperatura crítica inferior. A tolerância a situações de variação de temperatura dependerá, principalmente, da duração da exposição, mas também da idade do embrião; embriões mais jovens são mais sensíveis às variações de temperatura.

A umidade relativa é um fator importante no processo de incubação e grandes amplitudes nesse parâmetro também acarretarão menor eclodibilidade. Apesar disso, sua variação no interior da incubadora é mais tolerável. De acordo com Neves (2005) a umidade relativa do ar na incubadora afeta a taxa de produção de calor metabólico do embrião, a relação entre o peso do ovo e o peso do pintainho, a elasticidade da membrana da casca para eclosão e o desenvolvimento embrionário, especificamente na cicatrização umbilical e capacidade pulmonar. A umidade relativa ideal de 60 % é conseguida mantendo-se as temperaturas dos bulbos seco e úmido em 37,8 ºC e 31,1 ºC, respectivamente (DECUYPERE et al., 2003). A umidade muito baixa ocasiona perda de água excessiva e muitos embriões não eclodem mesmo que estejam adequadamente desenvolvidos, pois o ressecamento excessivo das membranas sobrepuja as forças do embrião na hora de quebrar a casca e rompê-la. Por outro lado, alta umidade relativa leva precocemente à eclosão, freqüentemente ocasionando nascimento de pintinhos não totalmente desenvolvidos, apresentando-se molhados e pegajosos.

French (2006) demonstrou que o manejo de perda de umidade é mais importante do que o seu valor em si para promover resultados de eclosão. Perda de umidade exageradamente elevada ou baixa compromete pouco a eclosão, mas, por outro lado, compromete muito a qualidade e demasiadamente a viabilidade dos pintos sobreviventes. Em outras palavras, a eclosão tolera uma grande variação em perda de umidade total, mas esta será comprometida e será mais acentuada quando há baixa perda água comparada com grande perda de água pelo ovo (CALIL, 2007b). A Tabela 1 apresenta os valores adequados de temperatura de bulbo seco e bulbo úmido de acordo com o dia de incubação e o valor da umidade relativa no interior da incubadora quando estas leituras de temperatura são estáveis. Quanto menor a umidade relativa, maior será a evaporação de água e menor a temperatura

indicada pelo termômetro de bulbo úmido (VAN WAGENINGEN et al., 2004). O termômetro de bulbo úmido nada mais é que um termômetro de vidro no qual um cadarço é inserido na extremidade onde se localiza o bulbo de medição. Uma ponta do cadarço deve ficar em contato com a água, permitindo que essa suba por capilaridade e evapore na ponta em contato com o bulbo, de tal forma que a leitura da temperatura é alterada por esse processo. Quanto maior evaporação de água, menor será a leitura do bulbo úmido e menor a umidade relativa no interior da incubadora.

Tabela 1 – Temperatura ideal nos termômetros de bulbo seco e de bulbo úmido de acordo com a idade de incubação e umidade relativa resultante

Dia de incubação	Bulbo úmido (°C)	Bulbo seco (°C)	Umidade Relativa (%)
0-18	31	38,9	60
19-20	27	36,1	50
21	33	36,1	70

Fonte: Van Wageningen et al., 2004.

Em condições naturais, o processo de viragem ocorre desde o oviduto e depois o ovo é virado pela galinha. A viragem é essencial para que o embrião se desenvolva normalmente e não ocorra, por exemplo, aderência à casca. Isto ocorre porque a viragem auxilia na transição de uma estrutura bi-dimensional para tridimensional, que ocorrerá até o terceiro dia de desenvolvimento, o que é uma característica típica da diferenciação celular (DRUMMOND, 2004). Em resumo, segundo Boerjan (2006), em momentos específicos (temporal) do desenvolvimento, um grupo de células deve ser arranjado de maneira também específica (espacial) para que a diferenciação ocorra perfeitamente. A viragem dos ovos também auxilia na formação/preservação dos anexos embrionários e a movimentação da gema e albúmen auxilia na difusão de gases (CO_2 e O_2) e alterações de pH. Estes dois últimos contribuem para a liquefação do albúmen, facilitando as reações químicas do embrião na fase inicial, em que a circulação sanguínea ainda não é adequada para permitir a correta distribuição de nutrientes (CALIL, 2007b). Na incubação artificial, a viragem deve ser realizada a intervalos de 15 minutos a 4 horas, sendo geralmente realizada a cada hora nas incubadoras comerciais (DECUYPERE et al., 2003). A viragem a cada 15 minutos, embora comprovada tecnicamente eficiente, acarreta

dificuldades operacionais e maiores custos de manutenção de equipamentos (corredeiras, motorredutores, sistemas pneumáticos etc) por isso não é comumente utilizada (ROMANINI, 2009).

Considerando as diferenças de resposta pós-eclosão, Decuypere e Michels (1992) sugerem que a influência da temperatura na incubação seja avaliada em função da qualidade do pintainho, considerando-se não apenas a eclodibilidade, mas também os objetivos a serem atingidos no processo produtivo, como crescimento após eclosão, sobrevivência, habilidade termorregulatória, susceptibilidade ao estresse, ganho de peso, consumo alimentar e conversão alimentar.

O correto entendimento das funções metabólicas do embrião deve estar aliado ao conhecimento das propriedades físicas que envolvem todo o processo (termodinâmica principalmente) e isso é evidente nas linhagens atuais e hoje, mais do que nunca, o controle da temperatura de incubação se faz necessário sobre todos os outros parâmetros físicos (CALIL, 2007a).

5 INCUBAÇÃO ALTERNATIVA

A implantação individual ou coletiva de instalações de incubadoras alternativas é uma das soluções na tentativa de diminuir os gastos e aumentar a lucratividade do produtor familiar. Estas incubadoras ou chocadeiras apresentam baixo custo de construção e índices satisfatórios de eclodibilidade desde que manejadas corretamente, sendo uma alternativa rentável de aumento de produtividade e renda a custo reduzido para médios e pequenos produtores.

O uso de incubadoras artificiais pode diminuir o ciclo de oviposição, postura e nascimento de pintinhos de 47 para 26 dias, aproximadamente. O resultado é um aumento do número de ciclos de postura, maior número de ovos e animais para consumo ou comercialização. Como os produtos geralmente são comercializados de modo direto (produtor-consumidor), ou com apenas um intermediário, os preços dos produtos para o produtor tornam-se bastante atrativos (EMPARN, 2003). O resultado líquido seria melhoria da qualidade de vida das famílias, seja por melhoria da nutrição (incluindo ovos e frangos na dieta) ou por complementação de renda (comercialização dos produtos). Além disso, a utilização das incubadoras descritas traz o benefício da capacitação da mão-de-obra familiar e consciência da necessidade de reciclagem de materiais para proteção do meio ambiente, mesmo que em pequena escala. A consciência de que a degradação ambiental acarreta, futuramente, perda

de recursos anteriormente disponíveis, resultando no comprometimento da capacidade de geração de alimento e renda, neste caso é mais importante do que a quantidade de material que é reciclado. Nesse sentido, é possível trabalhar com a conscientização sobre a importância da re-utilização de materiais, noções de conservação e proteção do meio ambiente.

No projeto desenvolvido pela Universidade Federal da Paraíba, com financiamento do Banco do Nordeste, foram montadas duas incubadoras a partir de estruturas de madeira armada, com dimensões de 30 cm x 54 cm x 65,5 cm (Figura 2). A primeira estrutura foi recoberta com caixas laminadas de leite longa vida. Estas eram cortadas e abertas com tesoura e posteriormente afixadas na estrutura de madeira com grampos e pregos. Os espaços vazios da segunda estrutura foram preenchidos com isopor (20 mm), sendo ainda adicionada uma outra camada de isopor de 5 mm no exterior, evitando assim a troca de calor e umidade entre os ambientes externo e interno da incubadora. Os ovos são colocados para incubar em uma bandeja construída utilizando-se estrutura de madeira nas dimensões internas da incubadora e o fundo de tela de arame (Figura 3). A regulação da temperatura é realizada com duas lâmpadas de 25W, que têm sua intensidade regulada através de um dimer, e com as aberturas existentes nas laterais e parte superior da incubadora (ventilações). O dimer e as aberturas de ventilação permitem diminuir e/ou aumentar a temperatura dentro da incubadora. A umidade é controlada através de canaletas contendo água, localizadas abaixo dos ovos, e de aberturas acima da bandeja de ovos e também através das aberturas de ventilação (Figura 4). A ventilação é dada através de 10 aberturas para entrada de ar nas laterais e parte superior (Figura 5). Ela é um fator crucial para regular a incubadora, pois a mesma tem grande influência sobre a temperatura e umidade. A função da ventilação é uniformizar a transferência de temperatura entre o ambiente e os ovos (CALIL, 2007a). Para o controle da temperatura, são utilizados dois termômetros de vidro, um denominado termômetro seco e o outro, de bulbo úmido. Neste último é colocado um cadarço na ponta do termômetro e ele fica em contato com a água da incubadora.

Considerando-se que os produtores familiares geralmente trabalham com número reduzido de animais, as incubadoras alternativas tornam-se ideais, pois a produção diária de ovos é pequena. Estas incubadoras de pequeno porte são adequadas, pois há pouca variação no microclima ao redor dos ovos, beneficiando o processo de incubação (ROMANINI, 2009). A produção pequena de ovos resulta na indicação de incubação por rodízio, em que os ovos produzidos em um determinado período são estocados e in-

cubados ao final desse período, por exemplo, 55 ovos a cada 12 dias. Isto se torna fundamental porque ovos velhos reduzem significativamente a eclodibilidade, resultando em baixo nascimento. Com o sistema de rodízio e incubações freqüentes, apenas ovos recentes são incubados. Com um plantel de apenas 8 aves é possível obter ovos suficientes para manter a incubadora em plena capacidade de funcionamento. Para garantir a produção de ovos férteis, a relação de um macho para cada 10 fêmeas é adequada. Os ovos férteis são produzidos aproximadamente duas semanas após a introdução do macho (VAN WAGENINGEN et al., 2004).

Para o sucesso do processo, é essencial que temperatura e umidade sejam ajustadas para os valores ideais (37,5 ºC e 65 %, respectivamente) antes da incubação. Além disso, os ovos a serem incubados devem ser colocados deitados na bandeja e deve-se respeitar o número máximo de 80 unidades para esse tamanho de incubadora. É necessário avaliar a temperatura e realizar a viragem dos ovos, pelo menos quatro vezes por dia. A viragem deve ser feita até os 19 dias de incubação, sendo desnecessária posteriormente.

Os ovos deverão ser analisados e deve-se descartar aqueles malformados (alongados ou curtos em excesso, ou irregulares) e com má qualidade de casca. Todos os ovos muito sujos, com trincas e rachaduras deverão ser descartados (VAN WAGENINGEN et al., 2004). Antes da incubação, os ovos ligeiramente sujos podem ser limpos com pano seco. Nunca lavar os ovos, pois se retira a cutícula que o envolve e os poros ficam abertos, predispondo a infecções e maior desidratação durante a incubação.

Para viabilizar o armazenamento de ovos e a incubação por rodízio, os ovos devem ser mantidos em temperaturas menores até a incubação. Os ovos devem ser mantidos a 18 ºC se forem armazenados por até 5 dias. Caso o período de armazenamento seja mais longo, a temperatura de estocagem deve ser menor, próxima aos 12 ºC (FIGUEIREDO et al., 2002; DECUYPERE et al., 2003; FIÚZA et al., 2006). Além disso, é necessário que sejam mantidos com a ponta fina para cima e que seja realizada a viragem de ovos estocados acima de 5 dias. Isso evita que a gema, com o blastodermo localizado na parte superior, cole-se na câmara de ar e facilita a perda de água do albúmen. Períodos inferiores a 4 dias não requerem nenhum manejo especial dos ovos incubáveis (FIGUEIREDO et al., 2002). Durante a estocagem, a umidade relativa deverá ser controlada e mantida a 75 – 90 %, evitando-se, por exemplo, condensação de água sobre os ovos estocados (DECUYPERE et al., 2003).

A temperatura interna dos ovos demora cinco horas para estabilizar-se e seu resfriamento antes desse período prejudica a eclodibilidade; assim, sugere-se que ovos sejam colhidos e apenas colocados em temperatura baixa de estocagem após cinco horas (FIÚZA et al., 2006). Antes da incubação propriamente dita, é necessário pré-aquecer os ovos para que as células embrionárias sejam rapidamente estimuladas, atingindo o ótimo fisiológico do desenvolvimento (CALIL, 2007a). O estímulo térmico deve ser o maior e mais uniforme possível para que todos os embriões entrem em desenvolvimento pleno em momentos similares. Além disso, é necessário cautela, pois há risco de condensação de água sobre os ovos durante o pré-aquecimento caso o manejo seja errado. A condensação tem efeitos indesejados, como aumento do risco de contaminação por fungos e bactérias e criação de microclima ao redor dos ovos devido à posterior evaporação da água condensada, o que fará com que os ovos levem mais tempo para serem aquecidos até o ótimo fisiológico (CALIL, 2007a). Para evitar a condensação, deve-se fazer uma associação da temperatura em que o material se encontra com a temperatura e umidade relativa aos quais ele será exposto. Van Wageningen et al. (2004) sugerem que ovos conservados entre 10 e 16 ^{o}C devem ser colocados durante 12 horas em temperatura entre 21 e 25 ^{o}C.

Durante o processo de incubação, deve-se realizar ovoscopia pelo menos uma vez. Esse exame permite detectar ovos não fertilizados ou inférteis ("não galado") e embriões mortos e pode ser realizado uma vez (14 dias) ou duas vezes (9 e 14 - 18 dias). Devem ser retirados quaisquer ovos que estejam com embriões mortos, com trincas na casca ou que sejam inférteis, deixando apenas ovos que apresentem bom desenvolvimento embrionário, com movimentos e vasos sanguíneos visíveis. A Figura 6 mostra um ovoscópio artesanal e a Figura 7 mostra um ovo fértil, com desenvolvimento adequado, aos 14 dias de incubação.

Finalmente, é essencial fazer um registro do processo de incubação. Este registro deve conter o número de ovos incubados, seu peso médio e a data do início da incubação, incluindo quaisquer informações referentes à pré-estocagem dos mesmos. A temperatura do termômetro de bulbo seco e do termômetro de bulbo úmido deve ser anotada desde o período de estabilização da incubadora e durante toda a incubação dos ovos, pelo menos quatro vezes por dia, quando for realizar a viragem. Para avaliar o procesos de incubação, é interessante, ao nascimento dos pintinhos, anotar o número de pintinhos nascidos, de pintinhos mortos na casca, ovos que não eclodiram (sem bicagem) e pintinhos que nasceram mas morreram de-

pois de saírem da casca. Os pintinhos nascidos deverão ser pesados e sua viabilidade avaliada. Por último, calcula-se os índices de eclodibilidade total e eclodibilidade fértil, que são as porcentagens de pintinhos nascidos em relação ao número de ovos incubados e de ovos férteis incubados. Elas podem ser calculadas da seguinte forma:

Eclodibilidade total = pintinhos nascidos/ ovos incubados * 100

Eclodibilidade fértil = pintinhos nascidos/ ovos férteis incubados * 100

O número de ovos férteis incubados é calculado pela diferença entre o número de ovos incubados menos os inférteis retirados na ovoscopia.

Os experimentos realizados até o momento com as incubadoras alternativas descritas acima resultaram em valores de eclodibilidade fértil entre 70 % (isopor) e 80 % (laminada) (BACH et al., 2008; GIVISIEZ et al., 2009, FIGUEIREDO JR., dados não mostrados). As incubadoras têm passado por processos de melhoria e aprimoramento a cada avaliação que é conduzida, de forma a possibilitar a transferência de tecnologia com embasamento e segurança para produtores rurais familiares poderem utilizá-la em suas propriedades.

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia proposta de incubadoras alternativas é viável e barata, o que as torna úteis e fáceis de implantar.

No momento, são necessários ajustes em relação à melhor regulação de temperatura. Para isso, estudos devem ser conduzidos com incubadoras alternativas construídas com termostatos que permitem maior uniformidade de temperatura em relação às lâmpadas. Provavelmente, haverá aumento do custo e será essencial avaliar sua viabilidade econômica em relação às incubadoras com lâmpadas.

Será também necessário avaliar o custo:benefício das incubadoras em estudos que considerem os custos com energia elétrica e de construção em relação ao produto final (pintinhos de um dia).

AGRADECIMENTOS

Ao FUNDECI/ETENE, pelo financiamento do projeto "Produção Alternativa de Aves: da Incubação à Criação".

Ao CNPq, pelas bolsas concedidas a J.P.Figueiredo Júnior e E.G. Santos, à CAPES pela bolsa concedida a M.H.M. Santana, CAPES/PRPG-UFPB pela concessão de bolsa de mestrado de G.S.G.Bach e à PRAC-UFPB, pela bolsa PROBEX concedida a G.S.G.Bach na graduação.

REFERÊNCIAS

AL-THANI, R.; SIMKISS, K. Effects of temperature on the migration of primordial germ cells in the chick embryo. **British Poultry Science**, v.33, p.735-739, 1992.

AVAL (Associação da Avicultura Alternativa). **Informativo**, 2004. Disponível em http://www.aval.org.br/informativo.shtml. Acesso em 5 de novembro de 2009.

BACH, G.S.G.; GIVISIEZ, P.E.N.; CAMPOS, M.A.S.F.; PINHO, R.M.A., SANTOS, E.G. chocadeiras alternativas: uma complementação de renda. In: ZOOTEC, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABZ, 2008. CD-ROM.

BOERJAN, M. Incubação em estágio único para melhorar a uniformidade. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2006, p. 325-333.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nr. 505, 16 de outrubro de 1998. Normas disciplinadoras para produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade dos produtos orgânicos, sejam de origem vegetal ou animal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n.199, p.23-24, 19 de outubro de 1998, Seção 1. Disponível em http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=95&data=19/10/1998. Acesso em novembro de 2009.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n° 007/99 dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais**, 19 de maio de 1999. Disponível em <http//www.agricultura.gov.br/sda/legislacoes>. Acesso em novembro de 2009.

_____. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional de Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 141, p. 1, 25 jul. 2006, seção 1. Disponível em <http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=25/07/2006>. Acesso em outubro de 2009.

BUAINAIN, A.M.; ROMEIRO, A.R.; GUANZIROLI, C. Agricultura familiar e o novo mundo rural. **Sociologias**, v.10, p.312-347, 2003.

CALIL, T. A. C. Pré-Aquecimento: Conceitos a Aplicações para Incubação em Estágio Múltiplo. 2007a. Disponível em http://www.hygen.com.br/artigos.php

CALIL, T. A. C. Princípios básicos de Incubação. In: Conferência APINCO 2007 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007, Santos. **Anais do Simpósio sobre Incubação...** Campinas: FACTA, 2007b, p. 19-45. Disponível em http://www.hygen.com.br/artigos.php

DECUYPERE, E.; MALHEIROS, R.D.; MORAES, V.M.B.; BRUGGEMAN, V. Fisiologia do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E. **Manejo da Incubação**. Campinas: FACTA. 2003.

DECUYPERE, E.; MICHELS, H. Incubation temperature as a management tool: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.28-38, 1992.

EMPARN (Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte). **Manejo e produção de galinha caipira**. Natal: UFRN, 2003. 72 p.

EVANGELISTA, F.R. A agricultura familiar no Brasil e no Nordeste. Banco do Nordeste, 2000.

FIGUEIREDO, E.A.P.; ROSA, P.S.; BRUM, P.A.R. et al. **Manejo dos Reprodutores de Frango de Corte Colonial Embrapa 041.** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2002.
29 p.

FIÚZA, M.A.; LARA, L.J.C.; AGUILAR, C.A.L. et al. Efeitos das condições ambientais no período entre a postura e o armazenamento de ovos de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.3, p.408-413, 2006.

FRENCH, N.A. Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. **Poultry Science**, v.76, p.124-133, 1997.

GIVISIEZ, P.E.N.; FIGUEIREDO JÚNIOR, J.P.; BACH, G.S.G.; ALMEIDA, E.C. Eclodibilidade em dois diferentes tipos de incubadoras alternativas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM , 2009. CD-ROM.

GUANZIROLI, C.E. Novo retrato da agricultura familiar: O Brasil redescoberto. Brasília: Convênio FAO/INCRA, 2000. 74p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 1995-1996. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/1995_1996/defaulttab_censoagro.shtm>. Acesso em setembro de 2009.

_____. Censo Agropecuário 2006: Agricultura familiar, primeiros resultados, Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006/familia_censoagro2006.pdf. Acesso em setembro de 2009.

IFOAM - INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS. **Annual Report 2018**. PWC: Colonia, Alemanha. 2019. <<https://www.ifoam.bio/en/our-library/annual-reports>> Acesso em 29 de maio de 2019.

LOURENS, A.; VAN DEN BRAND, H.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability and post-hatch development, hatchability and post-hatch development. **Poultry Science,** v.84, p.914–920, 2005.

LOURENS, S.; MOLENAAR, R.; VAN DEN BRAND, H. et al. Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. **Poultry Science**, v.85, p.770-776, 2006.

MARQUES, D. Perfil dos equipamentos e seu emprego no incubatório moderno. In: **Incubação**. FACTA: Campinas, 1991. p.45-50.

NEVES, A.C.R.S. Maximização do fluxo operacional em incubatórios comerciais. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 7, 2005, Goiânia. **Anais....** Goiânia:Avesui, 2005. p.46-53.

ROMANINI, C.E.B. Desenvolvimento de um sistema de controle Fuzzy para incubadora de ovos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2009. 117p.

ROSA, P.S.; GUIDONI, A.L.; LIMA, I.L. et al. Influência da temperatura de incubação em ovos de matrizes de corte com diferentes idades e classificados por peso sobre os resultados de incubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1011-1016, 2002.

SANTOS FILHO, J.R. POLETTO, A.R., BOFF, J.F. Mercado e competitividade de produtos avícolas agroecológicos. Produção agroecológica de frangos de corte e galinhas de postura. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001, 185 p.

SCHMIDT, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P. Abate processamenteo e embalagem de aves alternativas. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2002, 12 p.

VAN WAGENINGEN, N.; MEINDERTS, J.; BONNIER, P.; KASPER, H. **A incubação de ovos por galinhas e na incubadora**. Wageningen: Fundação Agromisa, 2004. 52p.

WILSON, H.R. Physiological requirements of the developing embryo: temperature and turning. In: TULLET, S.G. (Ed.) **Avian incubation**. Northants:Butterworth-Heinemann, 1991. p.145-156.

ANEXOS

Figura 1 - Esquema demonstrando o efeito da temperatura de incubação sobre o desenvolvimento do embrião (Baseado em AL-THANI E SIMKISS, 1992)

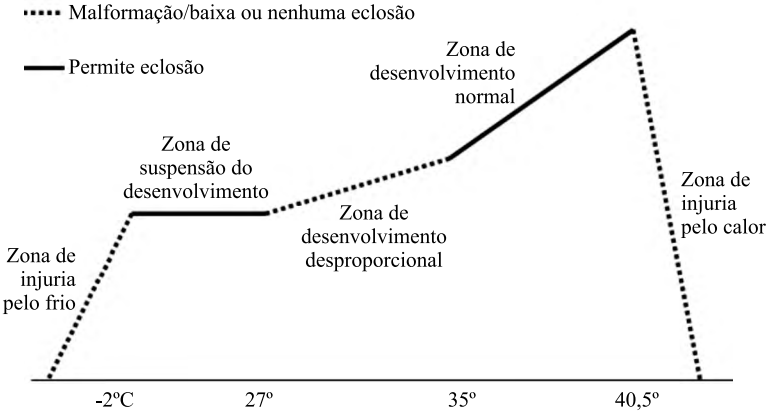


Figura 2 - Incubadoras alternativas A. Laminada. B. Isopor

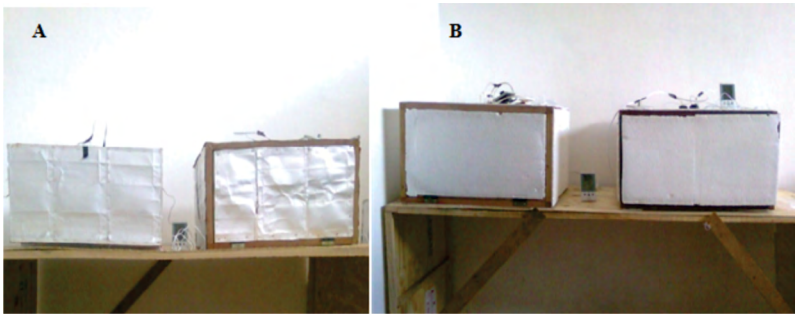


FIGURA 3 – A) Bandeja de incubação e nascimento dentro da incubadora; B) Bandeja com ovos durante incubação

Figura 4 – Canaletas de água para manutenção da umidade no interior das incubadoras

Figura 5 – Aberturas laterais para ventilação e uniformização da temperatura interna

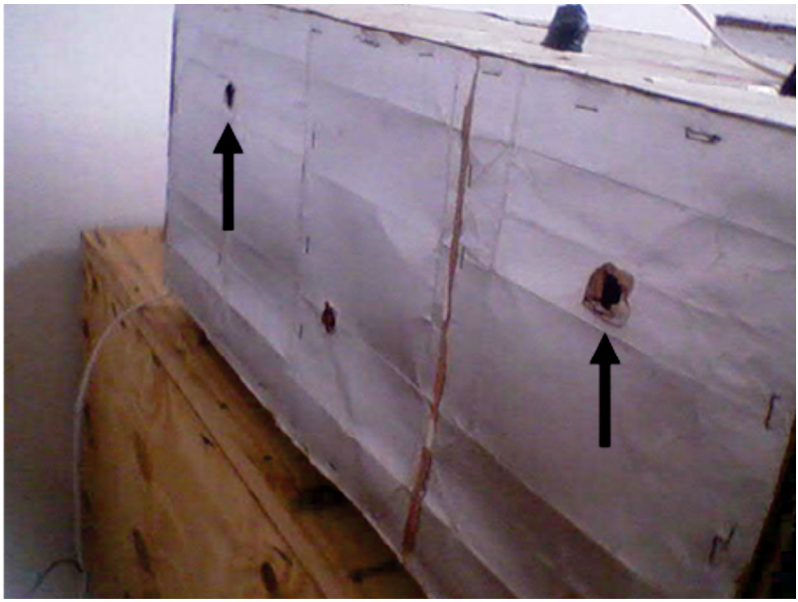


Figura 6 – Ovoscópio artesanal. A) Vista externa; B) Vista interna.

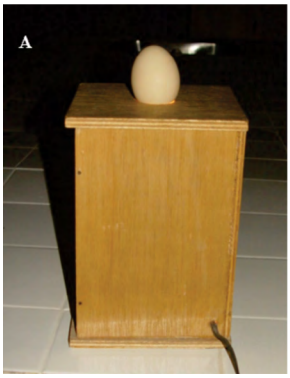
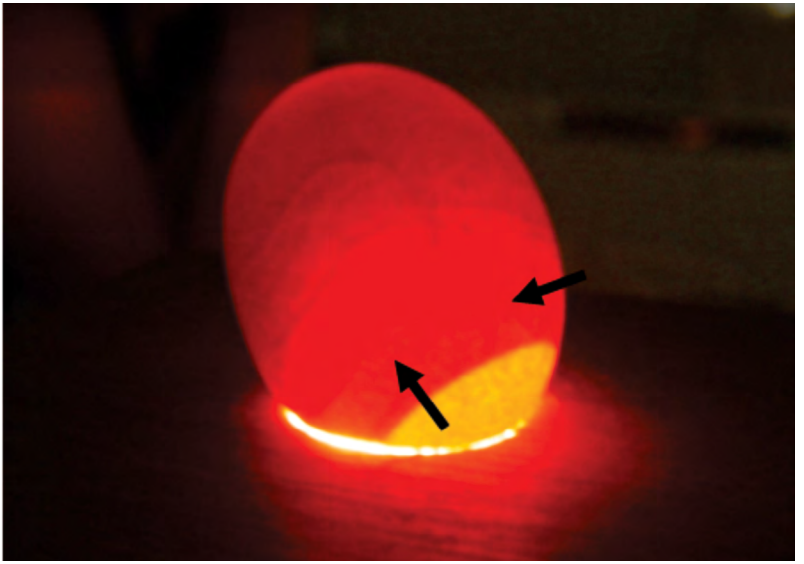


Figura 7 – Ovo fértil com desenvolvimento adequado aos 14 dias de incubação. As setas mostram dois vasos sanguíneos visíveis durante a ovoscopia



Capítulo 6

Produção de mel na Área de Atuação do BNB entre 2011 e 2016[1]

Maria de Fátima Vidal

1 INTRODUÇÃO

A apicultura nordestina é uma atividade de caráter eminentemente familiar e tem se mostrado como uma boa alternativa para a diversificação das fontes de renda no meio rural. A criação racional de abelhas Apis mellifera L. é uma das atividades zootécnicas que mais cresceu no Nordeste na década de 2000, por outro lado, foi a que apresentou a maior retração de produção a partir de 2011.

As condições favoráveis de clima e flora do Nordeste permitem à região elevada competitividade no mercado mundial de produtos apícolas. Esses fatores, juntamente com a demanda externa crescente na década de 2000, contribuíram para que a Região se tornasse um dos principais polos produtores de mel do País.

O diferencial do mel nordestino está na baixa contaminação por pesticidas e por resíduos de antibióticos, pois grande percentual do mel produzido na Região é proveniente da vegetação nativa. Além disso, a baixa umidade do ar dificulta o aparecimento de doenças nas abelhas, dispensando o uso de medicamentos.

1 Versão original disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/3183360/30_apicultura_04-2018.pdf/45478af7-ac21-e8a1-cc12-dcf58e5a454e>.

De uma forma geral, o mel brasileiro é considerado de elevada qualidade no mercado mundial, recebendo nos Estados Unidos melhor remuneração do que o mel oriundo de outros importantes países produtores.

Outro aspecto importante é que a apicultura é uma atividade não danosa à cobertura vegetal, portanto, é uma opção interessante para o sistema de produção já esgotado, pois no Nordeste a exploração intensiva da vegetação nativa tem levado a um quadro de contínua degradação. Nas áreas de caatinga, a degradação ambiental levou a um processo avançado de desertificação em algumas áreas e, atualmente, existem apenas resquícios de mata atlântica.

Apesar da adaptação das abelhas (Apis mellifera) às condições climáticas do Semiárido brasileiro, a apicultura, assim como as demais atividades agropecuárias, sofre com a escassez de chuvas. A seca ocorrida em 2012, seguida por mais cinco anos de chuvas irregulares e abaixo da média, provocou drástica redução da produção de mel na Região. Em 2014 e 2015, houve certa recuperação da produção de mel no Piauí e Bahia, que apresentaram melhores condições climáticas que os demais estados produtores da Região, porém em 2016, a produção de mel no Nordeste voltou a cair em todos os estados, de forma que o volume produzido nesse ano foi 35% inferior à produção obtida em 2011, ano anterior à seca.

Persistem ainda outras dificuldades inerentes ao setor apícola nordestino que limitam o pleno desenvolvimento da atividade na Região. O apicultor possui baixo nível de profissionalização; existe dificuldade de acesso a tecnologias e assistência técnica; há carência de entrepostos e casas de mel devidamente equipadas e que atendam às exigências legais; a infraestrutura de laboratórios para pesquisa e controle de qualidade dos produtos é limitada e grande número de apicultores não dispõe de canais de comercialização adequados. O conjunto desses fatores resulta em uma baixa rentabilidade para o apicultor.

2 CENÁRIO MUNDIAL

A China encabeça a produção de mel natural no mundo e apresentou um crescimento estável no período compreendido entre 2007 e 2016, tanto em termos de volume de produção, quanto de produtividade por colmeia. Além disso, o mel desse País é um dos mais baratos no mercado mundial, o baixo custo de produção do mel chinês faz da China um dos mais competitivos, se não o mais competitivo, do mundo no mercado de mel. Em 2016, a China

foi responsável por 28,1% de todo o mel produzido no mundo, sendo também o maior exportador mundial de mel natural e o principal fornecedor de mel para a União Europeia. O segundo maior produtor de mel natural no mundo é a Turquia, com 5,9% da produção, porém, este País não possui uma participação expressiva no mercado mundial do produto (FAO, 2018).

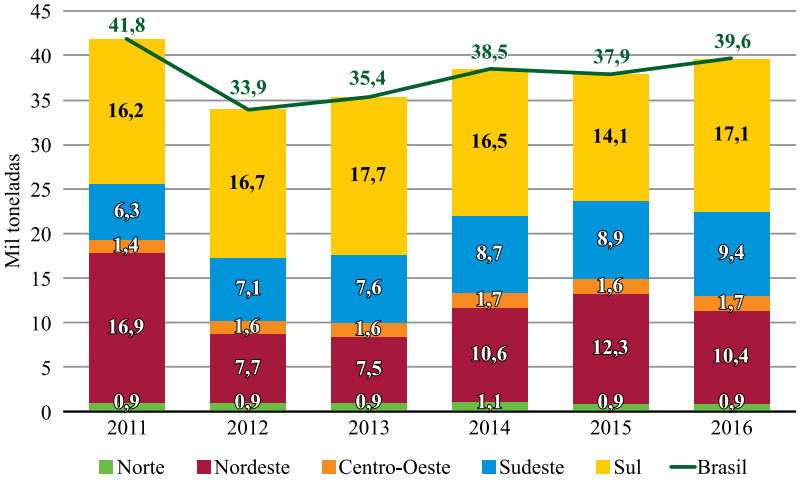
A Argentina continua sendo o segundo maior exportador global de mel, apesar dos problemas climáticos e de mercado que o apicultor argentino tem enfrentado. O País exporta mais de 90,0% da sua produção e seu produto é reconhecido mundialmente como de boa qualidade. No entanto, a Argentina tem enfrentado problemas climáticos; em 2017 ocorreram inundações, seca, incêndios e frio extremo em diferentes regiões produtoras de mel do País. Além disso, nas últimas safras, houve queda na rentabilidade em decorrência do aumento dos custos de produção com insumos e mão de obra (PORTAL APÍCOLA, 2018).

O Brasil, apesar do vasto potencial para a produção apícola e de ser reconhecidamente um dos países exportadores de mel de alta qualidade, ocupou em 2016 a décima posição na produção mundial de mel e responde por menos de 3,0% das exportações globais do produto.

3 PRODUÇÃO BRASILEIRA DE MEL

A produção de mel natural no Brasil sofreu uma redução de quase 20,0% em 2012, em decorrência da quebra de safra no Nordeste. Nos anos seguintes, o crescimento da produção no Sudeste e Sul permitiu que a produção brasileira voltasse a crescer, mesmo assim, em 2016, a produção brasileira de mel ainda foi inferior à obtida em 2011. Em 2016, foram produzidas 39,6 mil toneladas de mel no Brasil, das quais 17,1 mil toneladas no Sul do País (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Produção brasileira de mel por Região entre 2011 e 2016 (Em mil toneladas)



Fonte: IBGE (2018).

Na área de atuação do BNB (Nordeste, Norte de Minas Gerais e Norte do Espírito Santo), a atividade possui elevada importância social, pois está concentrada no Semiárido, mais especificamente, nos estados do Piauí, Bahia e Ceará, onde são poucas as opções de atividades produtivas rentáveis no meio rural, devido às limitações inerentes à Região, em especial, a escassez de água. Tem-se observado também, consolidação da produção de mel no Maranhão e no Norte de Minas Gerais (Figura 1).

Em 2011, o Nordeste foi o maior produtor de mel do País, respondendo por 40,4% da produção brasileira. Porém, em 2012, a falta de chuva promoveu uma quebra de mais de 50,0% na produção nordestina de mel, que passou de 16,9 mil toneladas em 2011 para 7,7 mil toneladas (Gráfico 1). Assim, a partir de 2012, a Região Sul, mesmo enfrentado problemas com desaparecimento de abelhas, voltou a responder pela maior parcela da produção brasileira de mel, chegando a 43,2% em 2016. Nesse mesmo ano, o Nordeste foi responsável por 26,3%.

A escassez de chuvas no Nordeste provocou quebra de safra em todos os estados nordestinos; em Pernambuco e no Piauí, a redução da produção de mel em 2012 foi em torno de 70,0%; comparado ao ano anterior, no Ceará a perda foi de 51,6% e na Bahia 39,7% (Gráfico 2).

Ocorreu também elevada perda de enxames por abandono e até mesmo morte das abelhas, devido à alta temperatura aliada à falta de sombreamento e ao manejo alimentar inadequado. Por conta do menor número de enxames nos apiários, a produção nordestina de mel em 2013 foi menor que a de 2012 (Gráfico 3). No Ceará, a queda da produção em 2013 foi de 9,0% e no Piauí, de 19,0% em relação a 2012 (Gráfico 2).

Em 2014 e 2015, a produção de mel no Nordeste e na área de atuação do BNB voltou a crescer. Os estados que apresentaram os melhores resultados foram o Piauí e a Bahia (Gráfico 2). O melhor desempenho desses estados pode estar associado ao volume de chuvas, que embora tenha sido abaixo da média, foi suficiente para o crescimento dos enxames remanescentes. Vale ressaltar que a produção de mel do Piauí em 2014 ainda foi 36,4% inferior ao volume produzido em 2011.

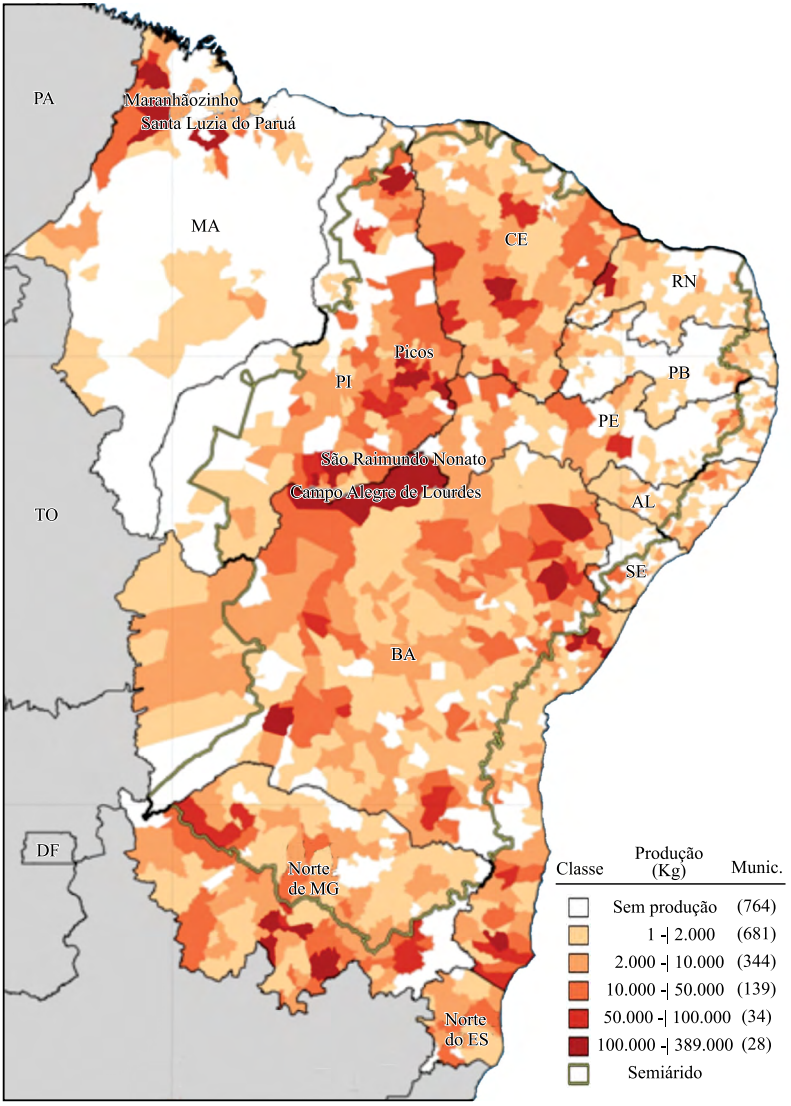
Com o agravamento da situação hídrica em 2016, a produção de mel voltou a cair em praticamente todos os Estados produtores da Região. Piauí e Bahia tiveram uma queda de 23,1% e 22,1%, respectivamente. No Ceará, a redução da produção foi de 15,3% (Gráfico 2).

Em 2016, foram produzidas no Nordeste 10,4 mil toneladas de mel (Gráfico 1). Na área de atuação do BNB, a produção total foi de 11,9 mil toneladas (Gráfico 3), volume 15,6% inferior ao obtido em 2015 e 35,0% menor que 2011.

Vale ressaltar o crescimento da produção de mel no Maranhão a partir de 2014, que foi pequeno, porém de forma continuada. Em 2016, o volume de mel produzido no Estado superou a produção do Ceará e Rio Grande do Norte juntos (Gráfico 3).

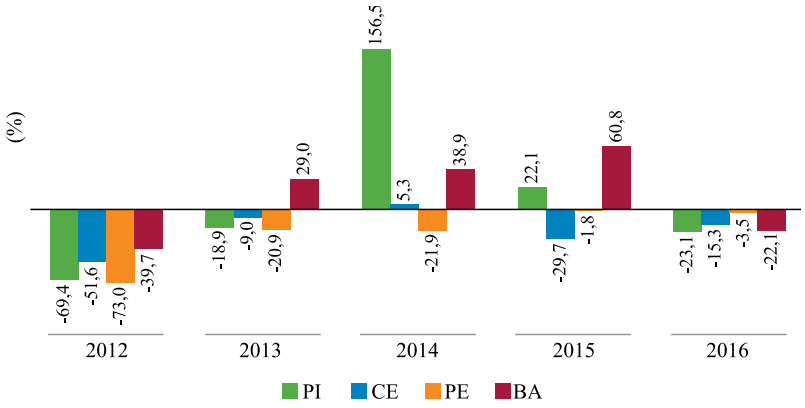
Embora a Região ainda não tenha voltado a produzir o mesmo volume de 2011, ocorreu um expressivo crescimento do valor de produção do mel na área de atuação do BNB a partir de 2014, como resultado da valorização do produto e do crescimento da produção no Piauí, Bahia e Maranhão. Em 2016, o valor da produção de mel na área de atuação do BNB foi de R$ 123,8 milhões (Gráfico 4), 6,2% superior ao obtido em 2011, ano anterior à seca.

Figura 1 – Produção de mel de abelha na área de atuação do BNB em 2016



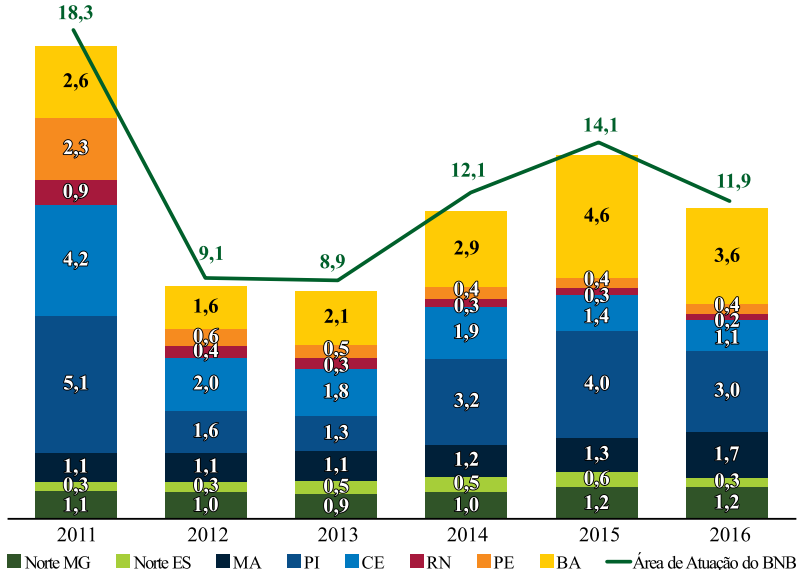
Nota: delimitação anterior do semiárido.

Gráfico 2 – Variação percentual da produção de mel nos principais estados produtores entre 2012 e 2016



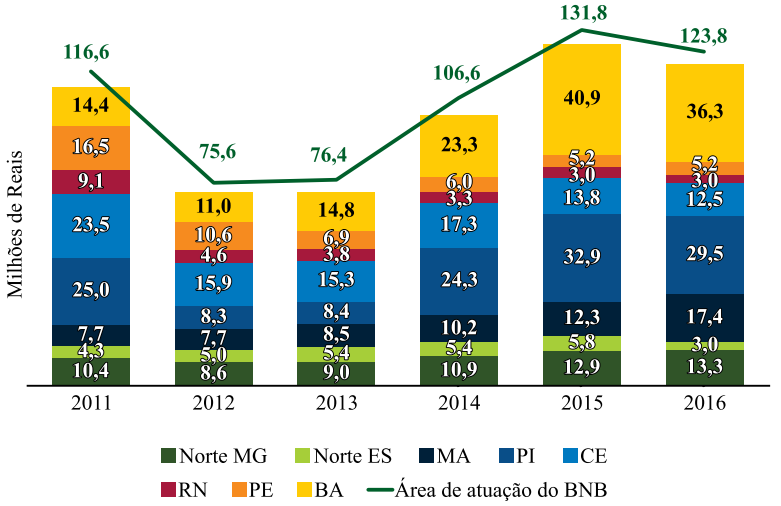
Fonte: IBGE (2018).

Gráfico 3 – Produção de mel na área de atuação do BNB entre 2011 e 2016 (Em mil toneladas)



Fonte: IBGE (2018).

Gráfico 4 – Valor da produção de mel na área de atuação do BNB (Milhões de R$)



Fonte: IBGE (2018).
Nota: *Valores corrigidos pelo IGP-DI (Dezembro 2016).

4 ASPECTOS GERAIS DA CADEIA PRODUTIVA

A maioria dos apicultores nordestinos é de pequeno porte, possuem até 200 colmeias e praticam predominantemente a apicultura fixa. Embora o própolis, a geleia real e a apitoxina tenham maior valor agregado, predomina no Nordeste brasileiro a produção de mel. Como exceção, tem-se o Estado de Alagoas, onde os produtores se especializaram na produção de própolis vermelha e o Sul da Bahia, que se tornou importante polo produtor de pólen.

Apesar de ser atualmente uma atividade consolidada no Nordeste, o fornecimento de insumos, máquinas e equipamentos apícolas ainda é deficiente na Região. Existe uma concentração maior desse segmento nos tradicionais estados produtores de mel: Santa Catarina, São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná.

Com relação à fabricação de colmeias, predominam as pequenas empresas informais. Para a fabricação de indumentárias, nota-se na Região,

deficiência de empresas que ofereçam produtos de qualidade e que proporcionem maior conforto aos apicultores.

Um aspecto interessante da atividade é que ela promove a organização dos produtores para viabilizar a colheita, o beneficiamento e a comercialização do mel. Ao reunirem um volume significativo de produção, os apicultores podem usar essa vantagem competitiva como instrumento de barganha, melhorando as condições de negociação em relação a preço, prazo e forma de pagamento, o que pode trazer inúmeros benefícios, principalmente, aos pequenos apicultores.

De acordo com Khan (2014), grande parte dos apicultores nordestinos beneficia sua produção em casa de mel comunitária (da associação ou cooperativa), isso porque para viabilizar uma casa de mel, mesmo pequena, é necessária uma escala mínima de produção. A apicultura exige ainda que os apicultores trabalhem em mutirão na colheita e beneficiamento do mel. Os produtores que não são associados pagam pelo serviço de beneficiamento em casa de mel de associação/cooperativa ou em entrepostos. Um pequeno percentual de apicultores faz o beneficiamento do mel em locais improvisados.

Uma das maiores ameaças ao setor está relacionada às normas sanitárias, pois a maioria dos apicultores nordestinos mantém sua atividade na informalidade, sendo que grande número de casas de mel não está de acordo com as normas sanitárias exigidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Além desse problema, o setor apícola nordestino possui carência de entrepostos de beneficiamento devidamente equipados e que atendam às exigências legais. Além disso, os entrepostos no Nordeste estão concentrados no Ceará e Piauí.

Por outro lado, a fragilidade dos serviços de inspeção ajuda a manter essa informalidade e se torna um fator agravante para a manutenção do padrão internacional do mel brasileiro.

5 MERCADO

O consumo per capita de mel no Brasil situa-se entre os menores do mundo, de acordo com dados da FAO (2018). Em 2013, o consumo de mel no Brasil foi de 0,09kg/pessoa/ano, enquanto em países como a Nova Zelândia, por exemplo, foi de 2,02kg/pessoa/ano e nos Estados Unidos, que é o principal destino do mel brasileiro, foi de 0,67kg/pessoa/ano.

Portanto, existe um vasto mercado interno, porém ainda potencial, pois grande parte da população brasileira percebe o mel como um medicamento, sendo um dos principais fatores que explicam o baixo consumo deste produto no País. Assim, o mercado internacional coloca-se como uma alternativa para o produtor brasileiro comercializar a produção. Entretanto, é necessário buscar estratégias para melhor explorar o mercado interno. Estudos apontam que o consumidor brasileiro de mel possui poder aquisitivo mais elevado, sendo, portanto, exigente quanto a padrões de higiene, valores nutricionais e praticidade.

Na cadeia apícola nordestina, coexistem diversos canais de distribuição, desde os mais simples, em que o apicultor vende seu produto diretamente ao consumidor final, até aqueles mais sofisticados com a presença de vários intermediários.

A intermediação ocorre por meio de agentes primários (apicultores, entrepostos, associações ou cooperativas), geralmente é exercida por um apicultor local que se especializa na comercialização. Esses agentes podem comercializar com processadores/fracionadores, dos mercados atacadista e varejista e ainda vender o mel diretamente para o consumidor final. Porém, na maioria das vezes, o intermediário atua no canal de comercialização do mel a serviço dos entrepostos, sua remuneração é advinda de comissões sobre o volume de mel comercializado.

Por geralmente ser da região produtora, esse ator da cadeia conhece a maioria dos apicultores e possui uma grande capilaridade. Deste modo, desempenha um importante papel na cadeia produtiva do mel, pois possibilita o escoamento da produção dos apicultores que muitas vezes estão instalados em locais de difícil acesso (SEBRAE, 2009).

No Ceará, elevado percentual de apicultores comercializa sua produção para intermediários devido à inexistência de uma estrutura mais sólida de alguma modalidade associativa auto-organizacional que possa coordenar o elo distributivo da produção.

Já no Piauí e Bahia, grande número de apicultores vende sua produção para as cooperativas a que estão vinculados e estas a encaminham à cooperativa central, que, por sua vez, vende a produção para empresas exportadoras. No Piauí, a própria Casa Apis (Central de Cooperativas) exporta a produção. No entanto, uma parcela significativa dos produtores desses estados, entrega o mel para representantes de empresas privadas, o que enfraquece as cooperativas e associações de produtores.

De acordo com o MAPA (2018), Rio Grande do Norte e Pernambuco não possuem estabelecimentos habilitados a exportar produtos apícolas, assim, parte do volume de mel produzido nesses estados é comercializado para representantes de empresas exportadoras de estados vizinhos e de estados do Sudeste do País.

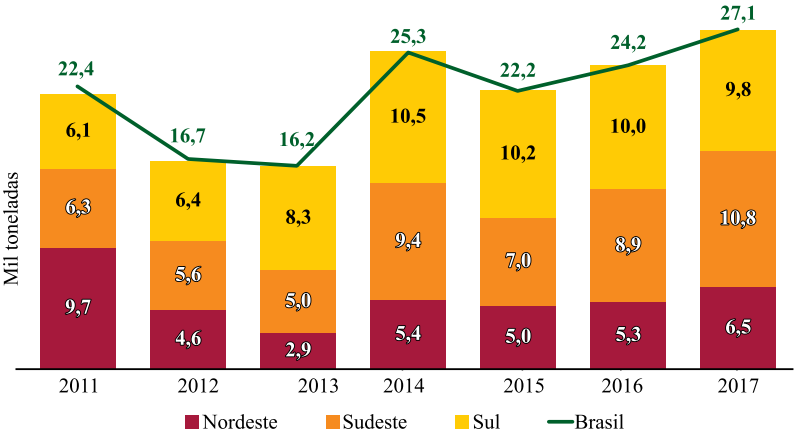
Com relação ao mercado externo, o Brasil é reconhecidamente fornecedor de mel orgânico. De acordo com o USDA (2018), 77,0% de todo o mel orgânico importado pelos Estados Unidos em 2017 foi procedente do Brasil, sendo esse um dos mais valorizados no mercado americano. Porém, a pulverização indiscriminada das grandes culturas, a ampliação de cultivos no Brasil de espécies de plantas geneticamente modificadas e que também são fornecedoras de néctar e ou pólen para as abelhas e a prática do uso da soja para alimentação das colônias nos períodos de entressafra pode contaminar o mel e colocar em risco este mercado. Para ser considerado orgânico, o mel não pode conter nenhum traço de transgenia. Vale salientar que o consumidor europeu já possui a percepção de que o mel produzido na América do Sul é um produto contaminado com componentes geneticamente modificados.

O Semiárido brasileiro é a região com maior potencial de produção de mel orgânico no País, pois a principal fonte de néctar e pólen é a vegetação nativa. Entretanto, já existem extensivas áreas implantadas com eucalipto na Bahia e no Maranhão. É importante ressaltar que em 2015, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) aprovou a liberação comercial do eucalipto transgênico no Brasil.

6 EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS

A seca no Nordeste repercutiu negativamente não somente nas exportações de mel do Nordeste, mas também no volume e valor das exportações brasileiras do produto. Em 2011, o Brasil enviou 22,4 mil toneladas de mel ao exterior; no ano seguinte, o volume exportado caiu para 16,7 mil toneladas, como resultado da forte retração das exportações nordestinas que saiu de 9,7 mil para 4,6 mil toneladas (Gráfico 5). A partir de 2014, as regiões Sul e Sudeste compensaram a queda das exportações nordestinas (Gráfico 5), de forma que em 2017, o volume de mel exportado pelo Brasil foi 21,0% superior às exportações de 2011.

Gráfico 5 – Exportações brasileiras de mel entre 2011 e 2017, por região (Em mil toneladas)

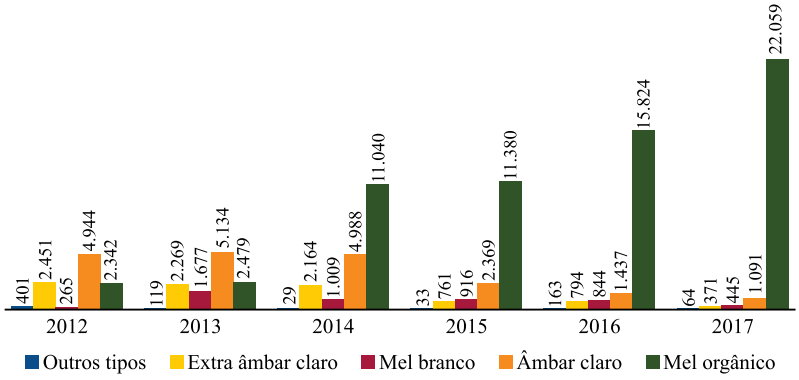


Fonte: MDIC/SECEX (2018).

Em termos de divisas, ocorreu um salto das exportações brasileiras de mel em 2014 e outro em 2017 quando o mel gerou US$ 121,3 milhões (Gráfico 7), valor 71,0% superior ao gerado em 2011. Esse bom resultado foi decorrente, em parte, do crescimento do volume exportado, porém, o fator que mais contribuiu para esse grande incremento no faturamento foi a valorização do produto brasileiro no mercado americano, que passou a importar do Brasil maior quantidade de mel orgânico que possui elevado valor de mercado.

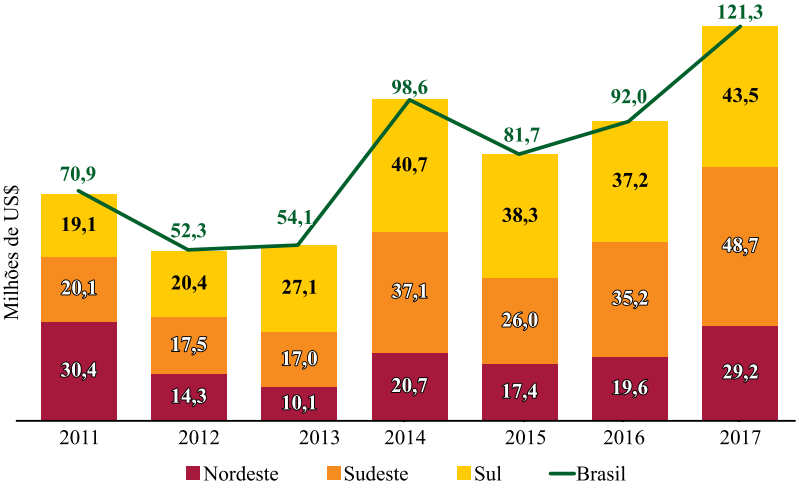
Em 2012 e 2013, as exportações brasileiras de mel orgânico para os Estados Unidos foram inferiores a 2.500 toneladas. Em 2014, o volume de mel orgânico enviado para os Estados Unidos teve um crescimento de 345,3%, passando para mais de 11 mil toneladas, chegando a 22 mil toneladas em 2017 (Gráfico 6). Os Estados Unidos são o principal destino do mel produzido no Brasil. Em 2017, receberam quase 86,0% do volume total de mel exportado pelo Brasil.

Gráfico 6 – Exportações brasileiras de mel para os Estados Unidos, por tipo (Em toneladas)



Fonte: USDA, (2015, 2014, 2012, 2016, 2017 e 2018).

Gráfico 7 – Valor das exportações brasileiras de mel (Em milhões de US$)



Fonte: MDIC\SECEX (2018).

7 EXPORTAÇÕES NORDESTINAS DE MEL

O Piauí foi o estado nordestino que teve a mais drástica redução das exportações de mel em 2012 e 2013, passando de 3,7 mil toneladas exportadas em 2011 para 0,6 mil toneladas em 2013, isso em decorrência da quebra de safra. Porém, foi também o que mais rapidamente voltou a se recuperar, enquanto o Ceará, após uma pequena recuperação em 2014, continuou em declínio nos anos seguintes (Gráfico 8).

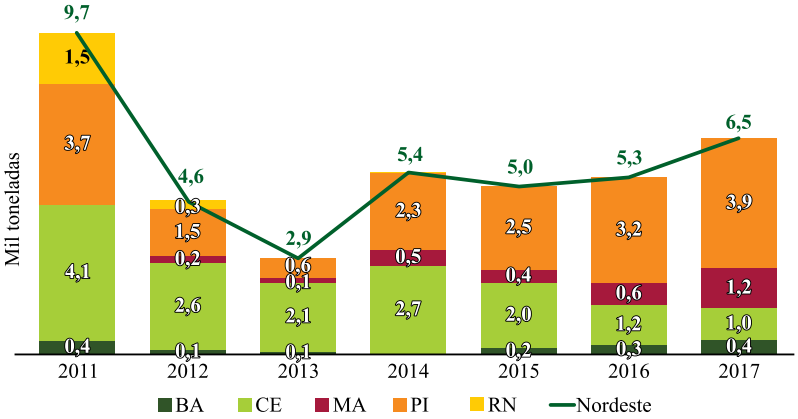
Em 2013, o volume exportado por todos os estados nordestinos foi ainda menor que em 2012 (Gráfico 8), pois além do menor número de enxames (devido à elevada perda no ano anterior), 2013 também foi um ano de irregularidades de chuvas e mesmo escassez em muitas regiões, de forma que o volume de produção continuou caindo.

Em 2013, o Ceará foi responsável por 73,0% do volume total de mel exportado pela Região. O Piauí, que juntamente com o Ceará figura como maior produtor e exportador de mel do Nordeste, exportou apenas 569,9 toneladas em 2013, apesar de ter produzido 1.267 toneladas. Provavelmente, o mercado interno foi mais vantajoso para os apicultores do Piauí do que a exportação. Outra suposição é de que parte do mel produzido no Piauí tenha sido comercializada para empresas exportadoras do Sudeste do País.

Em 2014, as exportações nordestinas de mel voltaram a crescer, permanecendo em torno de 5,0 mil toneladas até 2016, pois enquanto o volume das exportações do Piauí continuou crescendo, o Ceará apresentou comportamento inverso.

Em 2017, houve novo crescimento das exportações nordestinas de mel em decorrência do bom desempenho do Piauí e do Maranhão que começou a exportar mel em 2014 (Gráfico 8). Ainda assim, o volume exportado pela Região em 2017 foi 33,0% inferior àquele de 2011. Uma explicação para este fato foi que o Ceará e o Rio Grande do Norte continuaram submetidos à extrema falta de chuva.

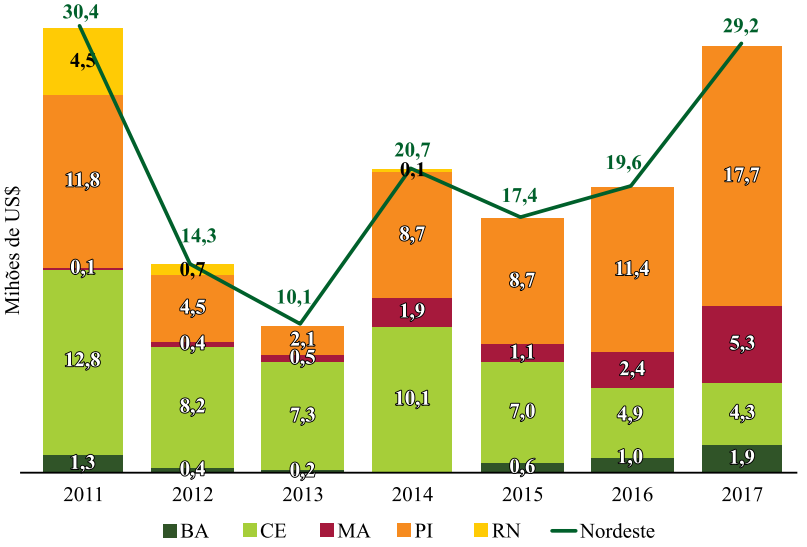
Gráfico 8 – Exportações nordestinas de mel entre 2006 e 2017, por estado (Em mil toneladas)



Fonte: MDIC\SECEX (2018).

Em termos de divisas, o comportamento das exportações nordestinas de mel foi semelhante ao volume exportado. Em 2017, as exportações do produto geraram US$ 29,2 milhões em divisas, valor 48,9% superior a 2016. O Piauí foi o Estado que deu a maior contribuição para este crescimento; em 2017 o Estado respondeu por quase 61,0% do valor das exportações nordestinas de mel, com a geração de US$ 17,7 milhões (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Valor das exportações nordestinas de mel (Em milhões de US$)



Fonte: MDIC\SECEX (2018).

8 PREÇOS

Não existe no Brasil um banco de dados para o preço do mel no mercado interno nem para o preço ao produtor. Com relação aos preços de exportação, pode-se observar pelos dados do SECEX/MDIC (2018), que ocorreu uma valorização do produto brasileiro a partir de 2012 (Gráfico 10), em parte, como resultado da redução da oferta. Além da quebra de safra no Brasil, houve dificuldades de produção em outros países como a Turquia, Espanha e Canadá. Outro fator que contribuiu para a elevação da cotação do mel brasileiro foi o aumento do volume de mel orgânico exportado para os Estados Unidos.

Em 2015, a queda no preço do mel brasileiro foi provocada pela maior concorrência com países como Turquia, Tailândia e Taiwan que enviaram maior quantidade de mel branco aos Estados Unidos a preços mais baixos que o de países reconhecidamente exportadores de mel de alta qualidade (PHIPPS, 2017), a exemplo da Argentina, México e Brasil. Em 2016, o preço do mel brasileiro exportado voltou a crescer como resultado do aumento das exigências no mercado mundial no que diz respeito à qualidade.

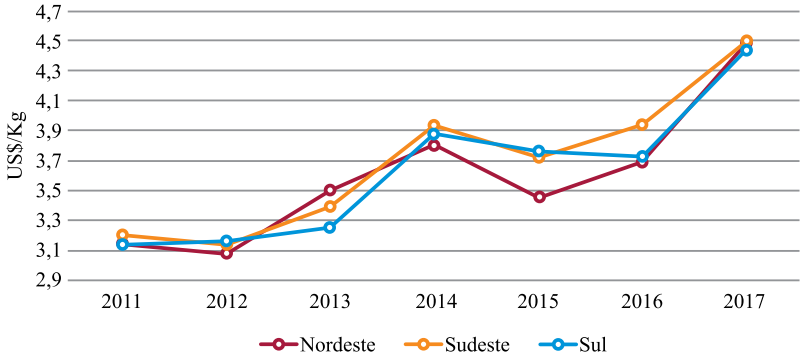
Com relação ao comportamento do preço de exportação de mel natural no Brasil, Costa Junior et al. (2017) mostraram que existe uma relação de equilíbrio de longo prazo entre os estados de São Paulo, Ceará e Piauí com o Rio Grande do Sul, que atuam como mercado central de mel no País. No gráfico 10, pode-se observar que os preços de exportação do Nordeste, Sudeste e Sul tendem a convergir.

Entretanto, em 2015 o preço de exportação do mel do Nordeste se descolou das demais regiões com queda de 9,0% em relação ao ano anterior (Gráfico 10). O melhor desempenho do Sudeste pode ter sido decorrente da adoção de uma estratégia de mercado mais eficiente por parte dos exportadores dessa Região. Em 2015, parte das exportações do Sudeste, quase 11,0%, foram redirecionadas para mercados que pagaram preços melhores, a exemplo da Alemanha e do Canadá.

Vale resaltar ainda que, em 2015, houve ampliação da oferta do mel no Nordeste em 16,6% e que a Região perdeu fatia de mercado nos últimos anos para outras regiões do País. Portanto, o aumento da oferta pode ter contribuído para essa queda de preço.

Em 2016, o preço do mel nordestino, assim como o das demais regiões, voltou a se valorizar no mercado externo, chegando a ser comercializado a US$ 4,5/kg em 2017 (Gráfico 10).

Gráfico 10 – Preço médio de exportação de mel (US$/kg) no Sudeste, no Sul e no Nordeste entre 2011 e 2017



Fonte: SECEX/MDIC (2018).

9 FINANCIMENTO - FUNDO CONSTITUCIONAL DO NORDESTE (FNE)

As condições climáticas influenciam diretamente também no comportamento do financiamento ao setor. Na Tabela 1, pode-se observar que o volume de recursos aplicados no setor apícola caiu em 2012, ano de início da seca. Somente em 2015, as aplicações no setor voltaram a crescer.

Em 2017, o valor contratado para apicultura na área de atuação do BNB somou em torno de R$ 18,1 milhões, um crescimento de 36,0% em relação a 2016. O estado que recebeu o maior volume de recursos foi o Piauí, porém, houve crescimento relevante das aplicações na Bahia e no Maranhão. A apicultura nesses estados tem se recuperado de forma mais rápida, pois o volume de chuvas entre 2014 e 2015, embora também tenha sido abaixo da média, foi suficiente para possibilitar o crescimento dos enxames.

No Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco, o baixo volume de chuvas se agravou nesse período. Assim, em 2017, o valor aplicado nesses estados para o setor apícola foi inferior ao aplicado em 2011.

Tabela 1 – Valor contratado para a apicultura na área de atuação do BNB entre 2011 e 2017

Estados da área de atuação do Banco do Nordeste	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Piauí	4.688.268	5.880.265	3.398.953	3.139.914	4.776.469	2.766.253	6.265.025
Ceará	5.426.098	5.070.580	2.577.175	3.230.320	3.230.667	4.142.295	3.916.576
Bahia	1.643.912	1.362.336	1.322.013	1.379.828	1.820.551	2.818.611	3.079.415
Maranhão	719.049	434.034	340.125	431.185	362.277	525.201	1.091.308
Minas Gerais	379.619	544.770	478.093	248.044	520.695	556.696	1.079.704
Pernambuco	2.129.815	1.090.546	624.688	375.404	658.928	870.107	862.656
Rio Grande do Norte	918.505	818.501	523.160	772.118	1.068.455	983.340	815.054
Paraíba	425.317	346.991	658.696	418.445	459.714	453.343	545.257
Alagoas	73.922	96.125	65.214	364.733	55.067	122.273	344.887
Sergipe	209.163	49.479	21.540	36.619	26.700	160.582	55.617
Espírito Santo	-	-	-	-	22.249	-	-
Área de atuação do BNB	16.613.668	15.693.627	10.009.656	10.396.611	13.001.773	13.398.701	18.055.499

Fonte: BNB (2018).
Nota: Valores atualizados pelo IGP-DI (março/2018).

Mais de 80,0% dos recursos são aplicados no semiárido, pois a produção de mel está concentrada nessa região. Em decorrência da seca, esse percentual caiu para 65,0% em 2012 e 2013. Somente a partir de 2016, o valor contratado no semiárido para a apicultura voltou a representar mais de 80,0% do total aplicado na área de atuação de BNB.

Por ser uma atividade predominantemente de pequenos agricultores familiares, o volume de recursos para apicultura se destina quase que completamente para mini e pequenos produtores.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Poucas regiões do mundo possuem um potencial de produção de mel orgânico comparado ao semiárido brasileiro, no entanto, o setor apícola dessa região tem passado por sérias dificuldades de produção.

A exemplo do que ocorreu com as demais atividades agropecuárias, a apicultura sofreu grandes perdas com a escassez de chuvas em todo o Nordeste entre 2012 e 2017. Além da perda da produção apícola, os sucessivos anos de escassez de chuvas desde 2012 provocaram prejuízos nas demais atividades agropecuárias desenvolvidas pelos apicultores, portanto, eles estão tendo dificuldades para investir na recuperação da atividade.

Apenas os estados do Piauí, Bahia e Maranhão têm apresentado sinais de recuperação da produção de mel. As chuvas dos anos de 2014 e 2015, mesmo abaixo da média, proporcionaram fortalecimento dos enxames nesses estados. O Ceará e o Rio Grande do Norte permaneceram sob severa restrição hídrica.

Levando-se em consideração o bom volume de chuvas de 2018, espera-se crescimento da produção de mel no Nordeste nas próximas safras. Porém, ainda será necessário um grande esforço dos produtores de todos os estados para recompor os enxames perdidos, o que depende não somente de trabalho, mas também de recursos financeiros. Para minimizar as perdas provocadas por longos períodos de estiagem, é necessária a adoção de melhores práticas de manejo, principalmente com relação à alimentação e ao sombreamento. Portanto, para a mais rápida recuperação da produção, é importante apoio creditício com a concessão de custeio.

O mercado interno para o mel no Brasil ainda é potencial, porém muito amplo, portanto, podem ser usadas estratégias para ampliar este mercado,

como investimento em propaganda e disponibilização de produto de boa qualidade em pequenas embalagens. No mercado externo, a possibilidade de produção de grande volume de mel orgânico é a maior vantagem comparativa do Brasil e do Nordeste. Nos últimos anos, o aumento do volume de mel orgânico exportado tem refletido diretamente no crescimento do valor das exportações do produto.

Para aumentar a produção de mel de forma sustentável, todos os elos da cadeia produtiva devem ficar atentos às exigências dos mercados consumidores com relação à qualidade. Deve-se evitar principalmente as pulverizações indiscriminadas nas grandes culturas agrícolas, que além de provocar a morte das abelhas, pode contaminar os produtos apícolas. Outra fonte de ameaça ao mel orgânico são as culturas transgênicas, cujo pólen também pode contaminar o mel.

REFERÊNCIAS

BNB - BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **BNB Transparente.** Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/bnb-transparente/estatisticas--aplicacoes-fne-e-outros-recursos#FNE>. Acesso em: 12 abr. 2018.

COSTA JUNIOR, M. P.; KHAN, A. S.; SOUSA, E. P.; LIMA, P. V. P. S. Integração espacial dos mercados exportadores de mel natural no Brasil. Read. **Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, ed. 86, n.1, p. 31-53, jan./abr. 2017.

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 13 mar. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa pecuária municipal**. IBGE (2017). Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/74>. Acesso em: 13 mar. 2018.

KHAN, A. S.; VIDAL, M. F.; LIMA, P. V. P. S.; BRAINER, M. S. C. P. **Perfil da apicultura no Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2014. 243 p. (Série Documentos do ETENE, n. 33).

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Relação de produtos autorizados para os estabelecimentos brasileiros exportarem por país**. Disponível em: <http://bi.agricultura.gov.br/reports/rwservlet?sigsif_cons&prod _aut_estab_bra_exp_pais.rdf&p_id_pais=&p_id_mercado_comum=&p_id_area=5&p_id_produto=&p_serial=1349412235&paramform=no>. Acesso em: 11 abr. 2018.

PHIPPS, R. **Analisis del mercado internacional de la miel**. Disponível em: <http://www. noticiasapicolas.com.ar/economia.htm#China>. Acesso em: 25 de abr. 2017.

PORTAL APÍCOLA. **El aumento de los insumos dejó la rentabilidad al limite.** Enero 17, 2018. Disponível em: <http://api-cultura.com/el--aumento-de-los-insumos-dejo-la-rentabilidad-al-limite/. Acesso em: 21 mar. 2018.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Apicultura**: uma oportunidade de negócio sustentável. Salvador, 2009.

SECEX - SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br//consulta-ncm/index/type/exportacaoNcm>. Acesso em: 08 mar. 2018.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National honey report.** Fev. 2018. Disponível em: <www.marketnews.usda.gov/mnp/fv-home>. Acesso em: 08 mar. 2018.

Tema 6

Extrativismo sustentável

Capítulo 1

O extrativismo da carnaúba no Nordeste

Maria Odete Alves
Jackson Dantas Coêlho

1 INTRODUÇÃO

É voz corrente no Nordeste que da carnaubeira tudo se aproveita, devido às variadas utilidades que possui essa palmeira. Já no século XVIII, o naturalista Humboldt chamou-a de "árvore da vida" ao registrar sua admiração com as diversas e importantes finalidades da planta. O extrativismo da carnaúba, ao longo da história, tem dado grande contribuição para a geração de riquezas e ocupação de parcela da população rural do Nordeste, principalmente dos vales dos rios Jaguaribe e Acaraú (no estado do Ceará), Parnaíba (no Piauí) e Apodi (no Rio Grande do Norte).

Apesar de sua importância em termos de geração de divisas para o País, ocupação e geração de renda para uma parcela da população nordestina, a atividade enfrenta, desde a década de 1970, uma crise, em decorrência de diversos fatores, dentre os quais os problemas tecnológicos, principalmente no campo, determinando como consequência má qualidade do produto e baixa produtividade pela perda de pó.

Tomando esta problemática como motivação, este capítulo realiza uma panorâmica do extrativismo da carnaúba, relatando os principais resultados da pesquisa empreendida pelo BNB entre mês de novembro de 2004 e outubro de 2007, nas principais regiões de ocorrência da palmeira. De modo específico, o texto faz três análises relacionadas à atividade, adiante relacionadas.

A primeira, sobre a tecnologia empregada na atividade e as relações sociais de produção, de modo a se disponibilizar informações que sirvam de subsídio para a ação de instituições públicas e privadas interessadas no desenvolvimento do setor.

A segunda, sobre o sistema agroindustrial relativo à atividade, com a caracterização dos ambientes institucional e organizacional do extrativismo da carnaúba, investigação do relacionamento entre os diferentes elos do sistema agroindustrial, descrevendo as características comportamentais dos agentes e os contratos existentes.

E a terceira e última, sobre estimativas de custos e lucro líquido nas etapas de campo do extrativismo da carnaúba, tendo em vista as dificuldades de obtenção de informações sistematizadas para respaldar cálculos de custos de produção, rentabilidade e lucratividade.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este artigo foi resultado de uma pesquisa mais ampla iniciada no mês de novembro de 2004 e encerrada em outubro de 2007, nos principais centros de ocorrência de carnaúba dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, com o objetivo de elaborar um diagnóstico socioeconômico do extrativismo da carnaúba no Nordeste brasileiro, visando a subsidiar o BNB na elaboração de uma política de desenvolvimento específica para o setor[1].

A investigação foi realizada obedecendo às seguintes etapas: 1) Pesquisa exploratória, a partir do método do levantamento bibliográfico por meio de publicações técnicas, relatórios de pesquisas, livros, revistas, jornais, atas de reuniões, documentos oficiais dos governos (federal, estaduais e locais) e de agências de desenvolvimento, internet e bancos de dados de diversa ordem (IBGE, Conab, Etene etc); 2) Mapeamento e distribuição espacial da carnaúba no Nordeste brasileiro a partir de consulta à base de dados do IBGE; 3) Entrevista aberta, com base em tópico guia previamente elaborado, com todos os segmentos representativos do setor (trabalhadores rurais, rendeiros, donos de "campos" de carnaubais, donos e operadores

1 Por extrativismo, entende-se como sendo "o processo de exploração dos recursos vegetais nativos que compreende a coleta ou apanha de produtos como madeiras, látex, sementes, fibras, frutos e raízes, entre outros, de forma racional, permitindo a obtenção de produções sustentadas ao longo do tempo, ou de modo primitivo e itinerante, possibilitando, geralmente, apenas uma única produção" (IBGE, 2003).

de máquinas de triturar palha, artesãos, donos de fábricas de chapéu e de vassouras, representantes de associações e assentamentos, corretores, empresários da indústria da cera e exportadores, dirigentes de sindicatos e da câmara setorial da carnaúba, gestores e técnicos de órgãos públicos, de institutos de pesquisa e de ONG's) para possibilitar a aquisição de informações qualitativas e quantitativas sobre a atividade; 4) Observação direta no decorrer das visitas e entrevistas; 5) Registro fotográfico de equipamentos, fatos, eventos e momentos significativos para a pesquisa.

Com base nas informações de fontes secundárias e em dados obtidos junto aos funcionários do BNB que trabalham diretamente nos municípios (técnicos de campo e agentes de desenvolvimento), foi possível determinar quais as regiões que mais concentravam produção de pó e cera, para orientar os roteiros de viagem (ALVES; COÊLHO, 2008).

Em novembro de 2005, visitou-se a região do Baixo Jaguaribe, no Ceará (Russas, Limoeiro do Norte e Morada Nova), passando-se para o Rio Grande do Norte (Mossoró, Apodi, Felipe Guerra). Em janeiro de 2006, partiu-se na direção do Noroeste do Ceará e Norte do Piauí (Caucaia, Sobral, Cariré, Granja, Camocim, no Ceará, em seguida indo para Parnaíba, Luís Correia, Ilha Grande, Esperantina, Piripiri e Campo Maior, no Piauí). A fase final da pesquisa de campo deu-se na região metropolitana de Fortaleza, em fevereiro de 2006, onde foram visitadas indústrias localizadas em Maracanaú e Caucaia, bem como órgãos governamentais e não governamentais, sindicato dos exportadores e corretores de exportação, utilizando também roteiro aberto de entrevista (ALVES; COÊLHO, 2008).

Para os cálculos dos custos e receitas da atividade, são apresentados somente os custos referentes ao que se convencionou chamar de Etapa 1 (arrendamento, corte e secagem), Etapa 2 (extração do pó) e Etapa 3 (considerando somente o beneficiamento do pó em cera de origem), bem como do lucro líquido obtido com a comercialização do pó e da cera de origem. Durante as entrevistas, os números relativos a custos e receitas foram anotados e comparados, e registrou-se uma variação de no mínimo 20% para mais ou para menos na maioria dos itens. Uma pequena parcela de dados – principalmente aqueles que geralmente não eram informados pelos entrevistados, por falta de registro escrito ou mesmo de desconhecimento da existência – foi obtida de fontes secundárias.

Com a ordenação das informações e estabelecimento de valores para cada item que fossem aceitáveis na atividade, foi possível montar rotinas de cálculo, com o auxílio de planilhas dinâmicas em formato Excel, que

observassem as variações de cada processo produtivo (como por exemplo, o fato do rendeiro possuir ou não máquina de bater palha, o que altera seus custos na produção do pó). Os resumos apresentados nas Tabelas de 2 a 8 têm por objetivo demonstrar os diferentes resultados obtidos de acordo com essas variações no processo produtivo.

3 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

A carnaubeira (*Copernicia prunifera*) é uma espécie de palmeira nativa do Brasil com altura que varia entre 7 e 10 metros, podendo atingir os 15 metros. A planta possui um tronco reto e cilíndrico com diâmetro entre 15 e 25 centímetros. Em condições normais cresce, em média, cerca de 30 cm por ano, atingindo a maturidade botânica (primeira floração) entre 12 e 15 anos de idade, podendo atingir uma altura superior a 10 metros e produzir entre 45 e 60 folhas anuais. Este desenvolvimento fisiológico um pouco mais lento que o de outras espécies vegetais pode fazer a vida útil da carnaubeira chegar a 200 anos (NETO, 2004).

A carnaubeira geralmente ocorre nos pontos mais próximos dos rios, preferindo solos argilosos (pesados), aluviais (de margens de rios) e com a capacidade de suportar alagamento prolongado durante a época de chuvas, além de ser bastante resistente a elevados teores de salinidade. Essa palmeira ocorre no Nordeste Brasileiro nos vales dos rios da região da caatinga, principalmente do Parnaíba e seus afluentes, do Jaguaribe, do Acaraú, do Apodi e do Médio São Francisco, podendo ser vista em algumas regiões do Maranhão.

Apresenta também elevada capacidade de adaptação ao calor, suportando 3.000 horas de insolação por ano. Segundo Duque (2004), a idade das palmeiras, o tipo de solo, o clima e a proximidade com o mar são fatores que influenciam na produção de cera.

As folhas da carnaubeira são dispostas de modo a formar um conjunto esferoidal e a copa apresenta tonalidade verde levemente azulada, em consequência da cera que recobre a lâmina, em forma de leque de até 1,5 m de comprimento, de superfície plissada com a extremidade segmentada em longos filamentos mais ou menos eretos e rígidos. A lâmina da folha é afixada ao tronco por pecíolos rígidos de até 2 metros de comprimento, recobertos parcialmente, principalmente nos bordos, de espinhos rígidos em forma de "unha-de-gato" (NETO, 2004).

O corte das folhas é feito no período seco (verão), variando, portanto, de julho a dezembro, dependendo da região e da extensão do período sem chuvas. A cera que recobre a palha é uma consequência de sua adaptação às regiões secas, dado que esta camada cerífera reflete a luz, o que reduz danos ao maquinário fotossintético, por reduzir o aquecimento das folhas. A camada de cera dificulta a perda de água por transpiração e protege a planta contra o ataque de fungos (MOREIRA; SILVA, 1974).

Apesar do extrativismo da carnaúba ser praticado há mais de um século no Nordeste, não houve evolução da pesquisa em termos de melhoramento genético de forma a tornar a palmeira precoce, de menor porte e com maior quantidade de folhas; não se registram, também, estudos sobre as possibilidades de consórcio com culturas agrícolas e pastagens, ou mesmo o seu potencial na realização de reflorestamento e recuperação de áreas salinizadas pelo processo de irrigação.

Na pesquisa de campo não se verificaram experiências atuais sobre o cultivo de carnaúba. Observou-se, no Vale do Jaguaribe (CE), em terrenos mais elevados, a existência de campos de carnaubais plantados, provavelmente na década de 1970, segundo informações locais, devido à valorização da cera e para aproveitar as entre fileiras em plantações de culturas alimentares. Indicações sobre plantios no Ceará (início do século XX), Rio Grande do Norte (século XIX) e Piauí (início do século XX), foram feitas por Johnson (1972).

4 PRINCIPAIS PRODUTOS DA CARNAUBEIRA

A cera que recobre as folhas é considerada o principal produto da carnaubeira. No passado, foi muito utilizada na iluminação de casas, sob a forma de velas, principalmente no meio rural nordestino, quando não havia energia elétrica; depois teve larga utilização na indústria fonográfica e como polimento de assoalhos, automóveis e calçados, passando também a ser importante elemento no esforço de guerra norte-americano, na lubrificação de armas que precisariam funcionar perfeitamente após a travessia de oceanos, na II Guerra Mundial; o ácido pícrico, substância presente na cera, serve para a fabricação de fósforos e explosivos.

Na área médica, a cera é utilizada em revestimento de cápsulas, cera dental, produtos de tratamento de cabelo e pele. É empregada também em cosméticos (batom, rímel, e creme de barbear) e produtos de limpeza, filmes plásticos, adesivos e fotográficos. É usada na confecção de vernizes,

tintas, esmaltes, lubrificantes, sabonetes, fósforos, isolantes, graxas de sapato e para polimento (pisos e carros), bem como na composição de revestimentos, laqueadores e impermeabilizantes. Na papelaria, é componente para fabricação de papel-carbono, lápis de cera, cola e grafite. Na informática, é componente na fabricação de isolantes elétricos, na confecção de *chips*, *tonners* de impressoras e código de barra.

A indústria alimentícia emprega a cera no polimento de frutas e queijos, goma de mascar, doces e refrigerantes. A automobilística, na fabricação de capas de assento de automóveis e polimento de pintura. É utilizada ainda na indústria de cerâmica, explosivos e fósforo; em embalagens de papelão para produtos alimentícios e revestimento de latas; em frutas e flores artificiais, vegetais desidratados; em poliéster e borracha (DIÁRIO DO NORDESTE, 2003; O POVO, 2003; MACHADO, 2004; NETO, 2004; PONTES, 2005).

A palha é um produto da carnaúba que tem importância no Nordeste, principalmente na produção artesanal. Desde que tenha seu pó retirado manualmente e não seja triturada pela máquina, serve a diversas finalidades artísticas. A atividade artesanal existe nos três estados produtores, aproveitando a palha na confecção de inúmeros objetos como tarrafas, escovas, cordas, chapéus, bolsas, vassouras, redes, esteiras e cobertura de casas. Existe uma concentração de fábricas de chapéus de palha no município de Sobral, as quais são responsáveis pela exportação para estados como São Paulo e Amazonas, bem como para Argentina, Venezuela e Espanha. Existem arranjos produtivos de artesanato com palha de carnaúba em Itaiçaba e Palhano, no Ceará, apoiados pelo Governo Estadual; em nove cidades do Rio Grande do Norte, artesãos filiados a uma ONG produzem mantas e cintas de palha de carnaúba para a Petrobras, a fim de revestir os dutos pelos quais passa o vapor resultante da exploração do petróleo (IPECE, 2005; HUDSON, 2004).

Outra utilidade da palha é como forragem para o gado e também como excelente fertilizante agrícola, no preparo da terra das culturas de subsistência (feijão e milho) e frutícolas, devendo, para tanto, ser triturada e exposta ao sol. De acordo com resultado de pesquisa sobre o assunto, conduzida pela Embrapa, o uso da palha ou bagana de carnaúba permite que o pomar cresça mais rapidamente, com maior uniformidade e precocidade. A bagana decompõe-se rapidamente, apresentando baixa relação entre carbono e nitrogênio, e assegurando maior umidade e redução da temperatura do terreno. Desta forma garante-se a produtividade e a fertilidade do solo, além da melhoria da qualidade da fruta cultivada (SNA, 1999).

O tronco maduro da carnaubeira também tem grande utilização, principalmente na construção civil, na forma de vigamentos, cobertas, caibros e ripas, currais e porteiras, sendo ainda muito vista em residências interioranas como linha do telhado de casas. Devido à sua forma cilíndrica retilínea e resistência à salinidade e aos cupins, pode ser também utilizado na construção de postes, pontes e mourões de cercas. Se trabalhado ou serrado, pode ser utilizado na confecção de artefatos torneados (bengalas, utensílios domésticos, caixas) e móveis rústicos (NETO, 2004).

A raiz tem propriedades medicinais, e os frutos podem ser comidos pelos animais, bem como, quando torrados e moídos, serem usados como substitutos do pó de café. De sua polpa, extrai-se uma espécie de farinha e um leite que, à semelhança do leite extraído do babaçu, pode substituir o leite do coco-da-baía e servir de ingrediente na massa de fabricação de biscoitos (NETO, 2004).

5 MERCADO PARA A CERA DE CARNAÚBA

A cera de carnaúba é considerada um produto nobre e tem garantido o mercado interno e externo, principalmente pela exigência cada vez maior por produtos naturais e ecologicamente corretos. Além da infinidade de aplicações, a extração da cera não causa danos ao meio ambiente, pois as folhas retiradas na colheita são repostas no ano seguinte, atendendo também à exigência de alguns mercados por produtos de qualidade e base natural. O custo de oportunidade do trabalho com a extração também é nulo, já que é praticada no período de entressafra de outras culturas.

Apesar da grande utilidade da cera, sua aplicação nas diversas finalidades exige pequenas quantidades; a produção de pó e cera, no seu *habitat* natural, ainda é considerável: foram produzidas, em média, 3.759 toneladas de cera por ano, nos últimos 20 anos (Tabela 1) (IBGE, 2011). A queda na produção, ao longo dos anos, intercalada por breves períodos de alta, dá uma ideia de como a atividade já foi bem mais representativa[2].

Na Tabela 1, a seguir, observa-se a produção de cera no Brasil, em períodos alternados. De 1920 a 1972, a tendência é de elevação, chegando ao máximo de 22 mil toneladas. Deste ano em diante, a produção começa a

2 No caso particular dos últimos vinte anos, a aparente trajetória de baixa na produção de cera deve ser vista com cautela, pois a produção de pó cerífero levantada pelo IBGE também é convertida em cera, embora os totais sejam divulgados separadamente. A soma dos dois eleva a produção para nível semelhante ao de 1979.

cair, chegando ao nível mais baixo em 1998, com 1.959 toneladas. O mercado da cera de carnaúba começa a enfrentar problemas, principalmente, depois do fim da II Guerra Mundial, quando seu preço, que chegou a US$ 26/kg, sofreu longas e prolongadas quedas no mercado internacional. A produção continuou expressiva, mas a ausência do esforço de guerra norte-americano e dos aliados já não justificava grandes volumes de compras, e a produção média desse período (1939-1945) representou apenas 53% da verificada no período 1969-1975, pouco antes do declínio. A importação se reduziu, sendo realizada por poucos agentes e os produtores e industriais foram ficando descapitalizados. Os importadores passaram a ditar preços, deixando os produtores brasileiros em uma situação difícil, muito embora o Nordeste seja monopolista na produção de cera[3].

Apesar de ausentes, os dados de 1980 a 1990 podem ter uma tendência de baixa, já que a produção de 1979 é de 14 mil toneladas, quando a de 1990 não chega a 7 mil, uma queda de 50%, que pode ser debitada ao fim da política de aquisições e empréstimos governamentais para financiamento da safra, por volta de 1985. Foi então que o governo passou a desestimular a atividade, oferecendo um preço mínimo desvantajoso para o produtor e vendendo o grande estoque de cera e pó que possuía.

O mercado interno demanda principalmente os tipos Três e Quatro, direcionados para as indústrias de produtos de limpeza e polimento[4]. O preço é estável, mais que para o mercado externo, e os compradores são de diversos portes e pulverizados. Os principais compradores internos são os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Amazonas, Goiás e Pará.

O mercado externo é bastante volátil. A demanda advém de indústrias de química fina e informática, sendo as ceras do Tipo Um e Três as mais vendidas na Europa. Para os países em desenvolvimento a cera mais vendida é a do Tipo Quatro. Os principais compradores são Estados Unidos, Japão e Alemanha, que controlam cerca de 70% do consumo exterior. Outros importadores são Holanda, Itália, França, México, Espanha, Formosa, Índia, Bélgica, Chile, Reino Unido, Taiwan, China, Paquistão e África do Sul.

Na fabricação de ceras de polimento para assoalhos são utilizados os tipos Três e Quatro da cera de carnaúba, enquanto que para o polimento de

3 Apesar da carnaubeira existir em alguns outros estados brasileiros e em outros países da América Latina, apenas no Nordeste a espécie produz o pó que origina a cera. Outros países tentaram cultivá-la, sem êxito, quando ainda não havia substitutos sintéticos para a cera de carnaúba.

4 A tipologia da cera de carnaúba está descrita no subitem '5.2.2. processo industrial'.

automóveis e calçados a cera utilizada é a do Tipo Um, a mais cara[5]. Nesses mercados há três substitutos: o hidrogenado de mamona, a parafina e a cera microcristalina. O fato da formulação dos produtos não ser fixa, no mercado de polimento, favorece a substituição da cera de carnaúba por outros compostos sintéticos ou vegetais, desestimulando o seu consumo (CASADIO, 1980).

Tabela 1 – Produção de cera de carnaúba, em tonelada, no Brasil:1920-1979 / 1990-2009

Ano	Quant (t)	Ano	Quant (t)	Ano	Quant (t)	Ano	Quant (t)	Ano	Quant (t)
1920	3.514	1940	9.892	1960	10.982	1980	-	2000	2.399
1921	3.904	1941	11.326	1961	11.445	1981	-	2001	2.883
1922	5.004	1942	8.852	1962	12.102	1982	-	2002	3.120
1923	4.341	1943	9.505	1963	11.767	1983	-	2003	3.418
1924	4.993	1944	10.719	1964	13.031	1984	-	2004	3.600
1925	5.219	1945	12.583	1965	12.729	1985	-	2005	3.209
1926	6.123	1946	11.633	1966	12.217	1986	-	2006	3.130
1927	7.350	1947	9.083	1967	17.434	1987	-	2007	3.190
1928	7.735	1948	11.370	1968	17.658	1988	-	2008	3.044
1929	7.225	1949	9.735	1969	20.135	1989	-	2009	2.832
1930	7.940	1950	10.625	1970	20.378	1990	6.581		
1931	8.321	1951	11.312	1971	21.636	1991	6.883		
1932	7.262	1952	10.490	1972	22.120	1992	6.531		
1933	8.599	1953	7.686	1973	19.368	1993	5.188		
1934	8.059	1954	6.284	1974	19.225	1994	4.916		
1935	7.785	1955	5.606	1975	18.103	1995	5.228		
1936	10.675	1956	7.799	1976	18.633	1996	2.592		
1937	10.577	1957	8.770	1977	16.650	1997	2.203		
1938	9.961	1958	8.970	1978	16.700	1998	1.959		
1939	11.421	1959	10.179	1979	14.000	1999	2.264		

Fonte: 1920-1946 – JOHNSON (1972); 1947-1979 - CASADIO (1980); 1990-2009 – Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra).

Nota: Casadio (1980) ressalta que de 1947 a 1958 o volume de produção aparentemente foi subestimado, e de 1958 a 1979, superestimado. Não foi encontrada nenhuma referência bibliográfica da produção de cera no período 1980-1989.

Além da situação desvantajosa em termos econômicos, os produtores brasileiros não tinham (e ainda não têm) a organização que existe entre os importadores estrangeiros. Existem fatores que podem explicar essa falta de organização, que serão detalhados no decorrer do capítulo. Em parte, talvez eles expliquem a aparente decadência do extrativismo de um pro-

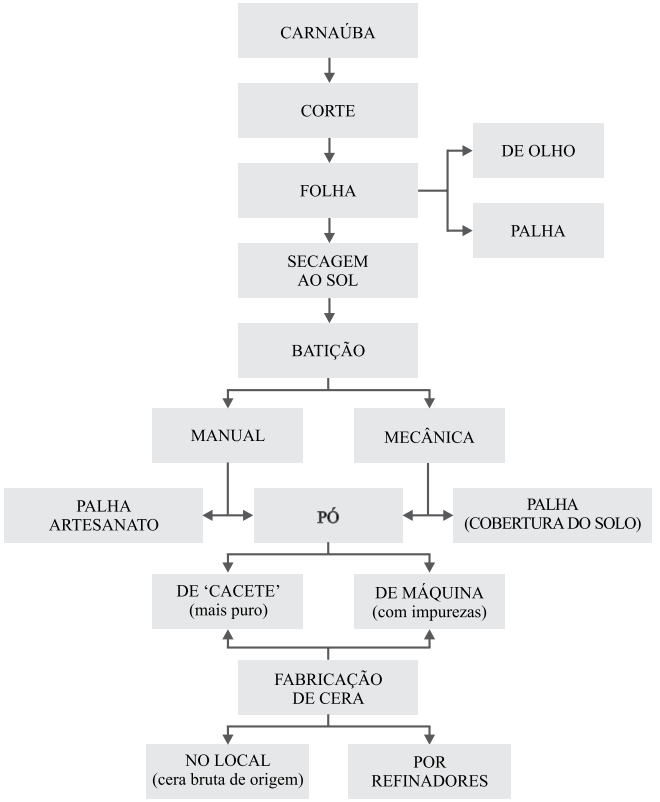
5 Preços pelos quais a cera de carnaúba estava sendo negociada no mercado internacional, na época da pesquisa: Tipo um: US$ 4,52/kg; Tipo três: US$ 1,99/kg; Tipo quatro: US$ 1,87/kg.

duto nobre, sem substitutos perfeitos entre outras ceras vegetais ou mesmo entre sintéticos derivados do petróleo.

6 ASPECTOS TECNOLÓGICOS NA ATIVIDADE

Com relação ao processo extrativo da carnaúba, a Figura 1, a seguir, representa o fluxograma, que se inicia com o corte da folha e é concluído com o refinamento da cera. Os aspectos tecnológicos de cada uma dessas etapas são abordados nos subitens 5.1 e 5.2 que se seguem.

Figura 1 – Fluxograma do extrativismo da carnaúba no Nordeste brasileiro



Fonte**:** Alves e Coelho (2008).

6.1 Etapas de corte da folha e extração do pó

O corte da folha de carnaúba é feito com varas de bambu de três tipos, de acordo com a altura da planta (variando de 5 a 12 metros de comprimento), com uma foice presa na extremidade. O talo seco da palha serve para amolar a foice, com ajuda de terra e pedra de amolar. O trabalho de corte é árduo e oferece sérios riscos: as hastes pontiagudas das folhas podem cair sobre o operador com alta velocidade, podendo, inclusive, mudar de direção pela ação do vento; ao realizar a operação de corte, o vareiro puxa a foice em sua direção, o que aumenta a probabilidade da folha cair sobre ele e provocar acidentes, inclusive cegueira.[66] Apesar destas desvantagens, o vareiro consegue obter elevada produtividade (laça 3 a 5 folhas de cada vez, cortando uma média de 35 a 40 folhas por palmeira, totalizando 1.500 a 2.000 folhas por dia). Além disso, a operação é simples e de baixo custo, o que reforça a resistência dos trabalhadores em mudar de ferramenta.

As folhas, após derrubadas, sofrem o corte do talo pelos aparadores e são dispostas em feixes com 20, 25 ou 50 folhas pelos junteiros, dependendo da região e tipo de transporte utilizado. Os feixes, presos de 2 em 2, formam os "cambos", os quais servem de base para o pagamento aos trabalhadores, se for o caso de serem remunerados por produtividade.

Durante a coleta, as folhas da carnaubeira são separadas em "olho", que são as folhas mais novas, ainda fechadas, e "palha", que são as folhas mais velhas, completamente abertas. Elas produzem o "pó de olho" e o "pó de palha", sendo o primeiro mais valorizado por conter menos impurezas e produzir uma cera de melhor qualidade.

Do local do corte, as folhas são levadas ao lastro, local ainda no campo e exposto ao sol, onde os lastreiros fazem a separação da palha "olho" das demais e a secagem das mesmas. O transporte das palhas até o lastro é realizado pelos carregadores, podendo ser feito por jumento, carroça (puxada a boi ou burro) ou caminhão, dependendo da região. A coleta dura, em média, 120 dias, no período sem chuvas. A operação de secagem é demorada (dura entre seis e doze dias) e feita no chão, geralmente expondo o produto à poeira do solo, desperdiçando grande quantidade de pó, principalmente no manuseio das folhas secas.

6 Vale ressaltar que os nomes das funções variam de região para região, bem como a quantidade de trabalhadores envolvidos na turma que faz o trabalho no campo. O vareiro também pode ser chamado de cortador, foiceiro ou taboqueiro, assim como o lastreiro pode ser chamado de espalhador e o junteiro de recolhedor.

Logo após as folhas serem submetidas ao processo de secagem ao sol, inicia-se o processo de retirada do pó cerífero das palhas, que pode ser manual (através método do riscado com faca e batimento da palha com cacete), gerando o "pó de cacete", ou por intermédio de máquinas com equipamento denominado "triturador de facas", geralmente movidas a diesel, montadas em caminhões, gerando o "pó de máquina".

A retirada do pó pelo método manual é feita somente em palhas "olho", quando há o objetivo de preservar a palha para a fabricação de chapéus, vassouras ou outro tipo de artesanato de palhas. Após serem riscadas (operação feita por mulheres), as palhas passam pelo processo de batimento, ou como os entrevistados chamaram, de "bateção", que é feito por homens. Na região do Vale do Acaraú é comum esta prática de retirar o "pó de olho", pois há grande procura pela palha por parte de diversas fábricas de chapéus existentes no município de Sobral. Além disso, muitas mulheres têm o hábito de produzir chapéus e vassouras para serem comercializados no mercado local, na mercearia.

No processo mecânico, as máquinas podem ser de três tipos, fazendo, em um dia de 12 horas, a trituração de 100 milheiros de palha (Tipo A), 200 milheiros (Tipo B) ou 300 milheiros (Tipo C). Este processo envolve outra turma de operários, e pode deixar restos de palha triturada em meio ao pó, dificultando as fases industriais de extração e clareamento da cera.

Após a extração, o pó é recolhido em sacos comuns (armazenamento que pode prejudicar a qualidade do pó extraído, pelo alto risco de contaminação), para depois ser conduzido aos locais de transformação em cera de origem ou refinada, conforme será descrito no item a seguir.

6.2 Etapas de beneficiamento do pó

Existem dois tipos de processamento do pó a se considerar: o artesanal e o industrial. O artesanal produz a chamada cera de origem; o industrial produz a cera refinada, a partir do refino do pó, da cera de origem ou da borra da cera de origem.

6.2.1 Processo artesanal

Os equipamentos básicos de uma fábrica de cera de origem são a caldeira, a lenha, a prensa e o tanque de secagem.

As prensas utilizadas na filtração, geralmente são rústicas e sua operação exige grande esforço dos trabalhadores. Os tanques rasos, construídos em cimento, no chão, ou de placas retangulares de madeira, denominados de gamelas, servem para resfriar e secar a cera, gerando uma forma sólida, denominada de "pão de cera de carnaúba". A lenha utilizada para aquecer a caldeira é a algaroba.

O beneficiamento ocorre da seguinte maneira: o pó extraído por batimento manual ou mecânico é misturado à água na caldeira, na proporção de 200 kg para 15 latas (de querosene), a fim de ser cozido a uma temperatura em torno de 120ºC, o que demora cerca de 3 horas. Com o aquecimento e fervura, parte da cera (cerca de 90 kg) já sai pronta (cera de borra), na forma líquida . Quando no ponto ideal, o líquido escoa pela abertura lateral superior da caldeira, caindo dentro de um tambor. Em seguida, este material é transportado para o tanque, aí permanecendo por cerca de 5 horas, a fim de que ocorra resfriamento e secagem. O material que permanece na caldeira, após esta primeira etapa, é denominado de borra, e é levado para a prensa por 10 minutos, gerando cerca de 60 kg de cera úmida. Depois de prensada, é lavada novamente para ferver, só que agora em latas de querosene, por 40 minutos e, em seguida, submetido novamente ao processo de prensagem, obtendo-se, ainda, entre 30 e 35 kg de cera que irá para o resfriamento e secagem no tanque. O líquido restante, após a retirada da borra, é denominado de barreiro. O barreiro é fervido e prensado e, o que sobra desse processo é o ricum da palha, que vai funcionar como adubo orgânico.

A cera de origem obtida pode ser de três tipos: a partir do beneficiamento do "pó de olho", obtém-se a cera amarela ou "cera olho". Já do pó de palha se obtém dois tipos, a arenosa, verde acinzentada, com 6% de água em média, e a cera gorda, negra esverdeada, que difere da arenosa por não ter água em sua composição.

Podem ser apontados como desvantagens no processo artesanal de obtenção da chamada cera de origem: a) ausência de controle de temperatura na fusão do pó e utilização de recipientes inadequados, que quando em contato direto com o fogo, queimam partes do "pão de cera", gerando muitas vezes um produto de qualidade inferior, ao ser analisada nos laboratórios industriais; b) exposição dos trabalhadores envolvidos na fusão do pó ao risco de acidentes, devido à ausência de equipamentos de segurança apropriados.

6.2.2 Processo industrial

A transformação do pó em cera pelo processo industrial pode ser realizada de três formas: a) refino da cera bruta, a cera de origem obtida em processo artesanal (de olho ou da palha); b) refino do pó para posterior produção da cera e c) processamento da borra da cera de carnaúba originária do processamento artesanal e industrial. A transformação ocorre em duas etapas: destilação e refinação. Na destilaria, o pó, a cera bruta e a borra passam pelo processo de destilação utilizando solvente (aguarrás, benzina ou éter) adicionado de palha de arroz (para facilitar a extração da cera). Na refinaria, é feita a filtragem, a centrifugação, a clarificação (agente químico na proporção adequada e adição de peróxido de hidrogênio), a escamação (que fornece o produto final frio e em forma de escamas) e a embalagem da cera.

Concluído o processo de industrialização, a cera de carnaúba apresenta-se em três tipos: Um, Três e Quatro. O Tipo Um é o mais nobre, originário do "pó de olho", proveniente da folha do olho da carnaúba e tem utilizações mais nobres, tais como nas indústrias cosmética, farmacêutica, alimentícia e em emulsões. Os outros dois tipos se originam do "pó de palha": a cera Tipo Três, de cor marrom escura, é filtrada, sendo normalmente utilizada em tintas, vernizes e cera para polimentos; a cera Tipo Quatro é preta, centrifugada, empregada normalmente na fabricação de papel carbono.

Algumas indústrias vêm introduzindo algumas inovações tecnológicas no processo de refino de cera de carnaúba. Cite-se o processo de extração de cera, que já vem sendo feito, em algumas indústrias, sem a utilização de palha de arroz, com redução do tempo de residência em 5 vezes, promovendo economia significativa em solvente e energia; destilação a vácuo produzido por *venturi,* com o objetivo de recuperação de solvente; produção de cera pulverizada por moinho a jato de ar (micronização) ou outro processo semelhante, porém diferente no tratamento químico dado à cera (atomização). Tanto a micronização quanto a atomização, deixam a cera Tipo Um com aparência semelhante ao leite em pó em cor e textura.

Apesar dessas inovações, o setor continua exportando a cera na forma de *commodity*, quando deveria exportar derivados da cera, com maior valor agregado, o que indica a necessidade de desenvolvimento tecnológico que contemple novos produtos.

De fato, embora se saiba das inúmeras utilizações que se dão à cera de carnaúba, a indústria brasileira não possui o domínio sobre a tecnologia de transformação. A quase totalidade da cera produzida no País (estima-se em

mais de 95%) é exportada na sua forma bruta. Nos países importadores, o produto passa por processos de refinamento e transformação, tornando-se componente na formulação de diversos produtos comercializados no mundo inteiro. O domínio tecnológico brasileiro ocorre somente sobre produtos de limpeza e de polimento para assoalhos e automóveis, destinados ao mercado interno e, mais recentemente, sobre a emulsão para conservação de frutas, ainda em teste, mas cujos resultados já se mostram positivos.

7 RELAÇÕES SOCIAIS DE PRODUÇÃO

Estima-se que a atividade do extrativismo da carnaúba no Nordeste ocupe, direta e indiretamente, em torno de 200 mil pessoas no período de safra.

A ilustração a seguir, elaborada por D'Alva (2007), é a pirâmide social do extrativismo da carnaúba, que ordena, por nível de capitalização, os atores do sistema agroindustrial diretamente envolvidos na atividade (Figura 2).

Figura 2 – Atores sociais no processo produtivo da carnaúba

Fonte**:** D'Alva (2007).

Nos subitens que se seguem, procura-se retratar de forma fiel, na medida do possível, a complexidade das relações sociais no processo de produção de cada segmento e no setor como um todo.

7.1 Etapas de corte da folha e extração do pó

Essas etapas envolvem o proprietário rural, o rendeiro, o trabalhador extrativista, o operador da máquina de triturar.

O rendeiro, historicamente tem sido financiado pelos refinadores ou por atravessadores, sendo submetido às condições de preço e pagamento por eles definidos. Nos últimos anos, porém, alguns refinadores deixaram de financiar a etapa de campo, o que deixa uma única opção de fonte de custeio para as atividades do rendeiro. O rendeiro/produtor transporta o produto até a indústria, onde é realizada a análise do teor de pureza e com base neste é realizado o pagamento. Porém, em algumas regiões, existe a prática de entregar o pó contra a assinatura de uma nota promissória, a título de "adiantamento", pelo tempo que durar a realização da análise da qualidade do pó, feita pelo receptor do material, não havendo possibilidades de contestação do resultado, visto que o rendeiro/produtor, a estas alturas já está comprometido com o adiantamento recebido.

O trabalhador do campo, em geral, está ligado ao rendeiro, o qual determina as condições de trabalho e remuneração. A mão de obra ocupada nessas etapas do extrativismo é basicamente masculina. Em alguns casos, como os observados em Cariré (CE), Russas (CE) e Felipe Guerra (RN), existem mulheres no campo, exercendo atividades mais leves ou que exigem maior delicadeza de movimentos, a exemplo da riscagem da folha de olho, na separação de palha e olho (no lastro) e na fabricação de vassouras com palha de carnaúba. Geralmente trabalham em horários que não prejudicam os afazeres domésticos, e recebem remuneração inferior à dos homens.

O corte das folhas de carnaúba ocorre durante o período seco do ano e envolve as seguintes funções: vareiro, aparador, junteiro e tangedor (ou carregador). O vareiro é o trabalhador mais especializado e precisa sempre ter o cuidado de deixar o "olho" da planta, a "barriga amarela", que não tem pó e é responsável pela sobrevivência da árvore.

Para cada três vareiros trabalham quatro aparadores e três junteiros. Em geral, a turma composta pelo vareiro, aparador e junteiro é formada por membros que têm laços familiares. Cada grupo de cinco trabalhadores requer o trabalho de um cozinheiro, um espalhador, um junteiro e um ajudante. Em regiões onde existe mata entre os carnaubais, existe também a ocupação do desenganchador, que retira as folhas presas sobre as plantas e as joga ao chão.

As relações trabalhistas no campo são bastante precárias, não havendo vínculo empregatício e a renda mensal desses trabalhadores não ultrapassa os dois salários mínimos. A extração de pó pode ocorrer de acordo com a produtividade (em que as horas de trabalho são ampliadas, a fim de aumentar a renda) e por meio de diárias (em que o pagamento é feito por dias trabalhados, em torno de 50 horas por semana, nove nos dias normais, mais cinco ou sete horas no sábado).

Nos vales do Jaguaribe e Acaraú, no interior do Ceará, predomina o pagamento do serviço por produtividade (milheiro derrubado); no interior do Rio Grande do Norte, o sistema usado é o de diárias. No interior do Piauí, algumas regiões pagam por produtividade e outras por diárias. As condições físicas de trabalho são precárias. O processo extrativo é rudimentar, insalubre e inseguro, utilizando-se ferramentas de trabalho primitivas; o manuseio da vara de bambu que suporta a foice pode provocar problemas de coluna cervical. A única preocupação observada com as condições de trabalho em campo foi o uso, pelos vareiros, de óculos escuros, bonés, chapéus, e camisas e calças longas, a fim de evitar ferimentos na derrubada das palhas.

Não se observou a presença de menores no trabalho de campo. Os vareiros, aparadores e carregadores, bem como os operários da máquina de bater palha, são geralmente mais jovens, por tratar-se de trabalho mais desgastante fisicamente. No caso do vareiro existe uma particularidade: ele não é uma pessoa de muita idade, mas precisa ter mais de 10 anos de experiência na função, já que qualquer erro pode implicar em acidente para si ou na morte da palmeira.

Na etapa de extração mecânica do pó, a mão de obra ocupa as funções de carregador de palha (dois trabalhadores), batedor (seis trabalhadores), alimentador da máquina (dois trabalhadores), maquinista (um trabalhador) e um trabalhador como ajudante. Conforme depoimentos tomados, as máquinas de triturar, em geral, pertencem ao rendeiro que, em alguns casos, é também proprietário de terras.

O trabalho realizado na máquina de triturar é feito em ambiente fechado e sem ventilação, com pouca luz, sem máscara que proteja nariz e boca do excesso de pó suspenso no ar, aumentando o risco de doenças nos olhos e nos pulmões, situação agravada pelo forte calor de verão nessa região. Mesmo no caso do batimento manual da palha, a atividade de riscá-la e batê-la é insalubre, em virtude da grande quantidade de pó que se dissipa

e pelo fato de também ocorrer em ambiente fechado e sem nenhuma proteção.

Nas entrevistas realizadas durante as viagens de campo, verificou-se o baixo nível de escolaridade dos trabalhadores que se ocupam das atividades realizadas em campo. A ocupação no extrativismo é sazonal, sempre no período de estiagem: quando não há atividade extrativa (em geral, de janeiro a julho), vendem dias de serviço no trabalho da agricultura.

7.2 Etapa de beneficiamento do pó

7.2.1 Processo Artesanal

O número de ocupações na indústria artesanal de cera é muito baixo, ligado ao número de prensas, que é reduzido. Cada prensa destinada à produção de cera branca (olho) ocupa duas pessoas, pelo fato do cozimento ser rápido e exigir muita atenção; cada prensa destinada à produção de cera preta (palha) ocupa uma pessoa. As funções na indústria artesanal são as de fogueiro e prensadores, cujas remunerações eram em torno de R$15,00 por dia, na época da pesquisa. No entanto, as condições de trabalho são precárias, principalmente, dos trabalhadores envolvidos na fusão do pó que, devido à ausência de equipamentos de segurança apropriados, estão expostos ao risco de acidentes; além disso, não existem vínculos empregatícios.

Segundo D'Alva (2007), a produção da cera de origem é quase toda absorvida pelas indústrias exportadoras de cera de carnaúba. Apenas uma ínfima porcentagem é comercializada diretamente para o varejo e vendida como cera polidora em estado sólido, não refinado. A comercialização direta para as indústrias exportadoras é pouco acessível ao pequeno produtor, já que esta função é quase sempre desempenhada por atravessadores que podem chegar a ter relação de exclusividade e receber adiantamentos em dinheiro de algumas indústrias para garantir o fornecimento.

7.2.2 Processo industrial

Na etapa de beneficiamento industrial se observam melhores condições nas relações trabalhistas, tendo em vista que se verificam o vínculo empregatício e o turno diário de 8 horas/salário em torno de 2 mínimos/mês, já inclusos os adicionais de insalubridade e horas extras. Além disso, todas as etapas do beneficiamento são conduzidas por máquinas operadas por fun-

cionários, sendo observadas as normas de segurança do trabalho. Observou-se, também, o cuidado com a manutenção técnica dos equipamentos.

Mesmo assim, o processo de beneficiamento do pó de carnaúba apresenta uma série de riscos nos seus diversos setores (solventes, caldeira, prensa, refinaria), que podem provocar acidentes químicos, com queimaduras etc, ou doenças provocadas pelo elevado nível de ruído ou relacionados à postura incorreta.

O processo produtivo é intensivo em tecnologia. Observam-se muitas indústrias com pequeno contingente de pessoal trabalhando no fabrico da cera, geralmente menos de dez pessoas, devido ao alto grau de automação das atividades em todas as etapas. Dentro das indústrias, todas localizadas no meio urbano, o nível de escolaridade dos trabalhadores, em geral, é superior ao observado no campo. A mão de obra ocupada é masculina, exceto nos trabalhos de laboratório onde ocorrem as análises da qualidade do pó recebido do campo.

8 AS INSTITUIÇÕES E ORGANIZAÇÕES DENTRO DO EXTRATIVISMO DA CARNAÚBA

8.1 Marco teórico

A base teórica que norteia a discussão deste item está em alguns elementos da Economia dos Custos de Transação, Organização Industrial e Economia das Organizações, que estão descritos neste item com mais detalhe. A teoria econômica tradicional, por si só, não é suficiente para compreender as razões pelas quais uma atividade tão lucrativa outrora encontra-se hoje em decadência, ainda que sejam conduzidas tentativas de revitalização, por iniciativa governamental ou não.

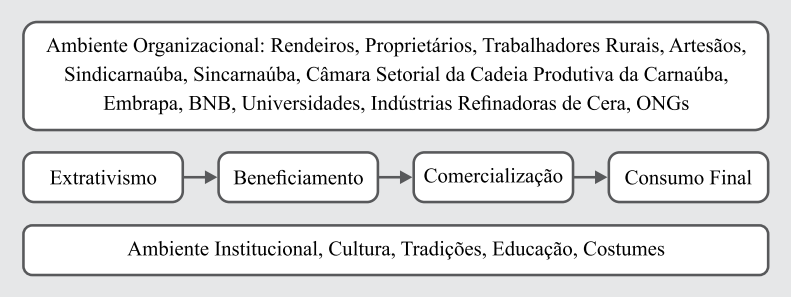
8.1.1 Sistema agroindustrial (SAG)

Zylbersztajn (2000) define o sistema agroindustrial como "um conjunto de relações contratuais entre empresas e agentes especializados, cujo objetivo final é disputar o consumidor de determinado produto" (Figura 3).

O mesmo autor adverte que é um conceito um pouco diferente do apresentado por Goldberg, mas que pode aplicar-se a cadeias produtivas de um modo geral: sistema agroindustrial difere de cadeia produtiva por envolver

outros elementos além dos relacionados à cadeia vertical de produção tradicional, que considera os subsistemas de produção, transferência e consumo. "Ao adotar-se o conceito de SAG, busca-se ressaltar a importância do ambiente institucional e das organizações de suporte ao funcionamento das cadeias". A proposta é colocar o conceito de sistema agroindustrial de forma mais ampla, embora a literatura de cadeias produtivas também releve aspectos institucionais.

Figura 3 – Sistema de agronegócios da carnaúba



Fonte: adaptado de Zylbersztajn, 2000.

Na Figura 3, pode-se definir resumidamente cada componente do SAG da carnaúba. O segmento do extrativismo corresponde ao processo de extração do pó, onde geralmente um rendeiro aluga (ou, na linguagem da atividade, "arrenda") ao proprietário determinada extensão de terra com carnaubais de onde deverá retirar as palhas e o pó nelas contido. Esta atividade geralmente é realizada pelo rendeiro, já que, conforme comprovado na pesquisa, muitos proprietários consideram a atividade não lucrativa. O rendeiro também contrata o pessoal envolvido no corte: o vareiro, o aparador, o enfiador, o junteiro, o lastreiro e o carregador, que têm funções específicas e cuja quantidade varia de acordo com a extensão de carnaubais a ser explorada (ALVES; COÊLHO, 2008).

Retiradas as folhas da carnaubeira, o início do beneficiamento pode ocorrer no próprio lastro, manualmente ou na máquina. A retirada do pó na máquina envolve outras funções de mão de obra, como o encostador e o empurrador; dependendo do acerto que o rendeiro faça e da disponibilidade, o dono de máquina pode ser o proprietário do carnaubal, o próprio rendeiro responsável pelo corte ou mesmo o agiota, que em alguns casos financia o

rendeiro a juros maiores que o do sistema bancário tradicional (5 a 8% ao mês). Retirado o pó, o mesmo segue para fábricas artesanais, muito comuns no interior do Ceará e Rio Grande do Norte, ou para as indústrias, onde será transformado em cera "de origem" ou industrial, respectivamente.

As indústrias de cera, depois de beneficiarem o produto, muitas vezes atendendo diversas exigências de importadores (a cera tem que ter determinadas características físicas e químicas aceitas internacionalmente), procuram os corretores para fazer a comercialização. Os corretores são agentes que têm contatos no exterior, falam inglês e outros idiomas fluentemente e podem facilitar a negociação entre exportadores brasileiros e importadores estrangeiros, geralmente embolsando 3% do valor da transação.

O consumo final abrange a efetivação da compra da cera pelos importadores (ou distribuidores), que a comprarão e a repassarão para indústrias estrangeiras, que são os consumidores finais. Estas deverão remanufaturá-la e transformá-la em produtos de larga aplicação nas indústrias farmacêutica, cosmética, alimentícia e informática. Muitos desses produtos são consumidos pelo Brasil, que exporta a cera que os detentores de tecnologia não têm e a compra deles na forma de produtos elaborados, por um preço bem mais elevado. Alguns poucos fabricantes nacionais também compram cera, mas em uma fatia muito reduzida se comparada com a exportação.

8.1.2 Características das Transações

Segundo Coase (1937), apud Zylbersztajn (2000), a firma se constitui em uma relação orgânica entre agentes que se realiza através de contratos, sejam eles explícitos ou implícitos, sejam eles escritos ou tácitos. A firma seria mais que uma mera função de produção, como prega a escola neoclássica, mais do que uma relação mecânica entre um vetor de insumos e um de produtos, com um dado nível de tecnologia. O comportamento maximizador prossegue, mas o empresário leva em conta outro tipo de custos, além dos de produção. A firma, para Coase, seria um conjunto de contratos coordenados que levam à execução da função produtiva.

Estes contratos regeriam transações, que são operações realizadas entre os agentes econômicos para trocar bens ou permutar serviços. Williamson (1996), apud Zylbersztajn (2000), relaciona três características básicas das transações:

- frequência, que está associada ao número de vezes que os dois agentes realizam determinadas transações. Transações frequentes ensejam

criação de reputação, que pode ser definida como a perda potencial de renda futura por uma das partes, caso esta venha a romper o contrato por uma atitude oportunista;

- incerteza, que está associada a efeitos não previsíveis, não passíveis de terem probabilidade de ocorrência conhecida;
- especificidade dos ativos, que seria a perda do valor de um ativo desenvolvido para uma finalidade, caso a transação não se concretize.

Outro ponto em que a teoria econômica neoclássica distingue-se da economia dos custos de transação é na questão do comportamento dos indivíduos: em teoria, em um sistema econômico que aloque recursos com base no sistema de preços, era de se esperar que todos os agentes agissem de forma a não prejudicar outros; eles também deveriam ser agentes racionais a ponto de conhecer bem o mercado, os preços e outros agentes (ZYLBERSZTAJN, 2000).

Sob a luz da economia dos custos de transação, o que ocorre é que os agentes econômicos possuem duas características fundamentais, diferentes do que prega a tradicional economia neoclássica (WILLIAMSON, 1996, apud ZYLBERSZTAJN, 2000):

a) são oportunistas, ou seja, buscam com avidez satisfazer interesses próprios, ao invés dos interesses coletivos. Eles não apenas buscam o autointeresse, típico pressuposto neoclássico, bem como podem fazê-lo lançando mão de informações privilegiadas, rompendo contratos com a intenção de se apropriar de benefícios associados àquela transação, assumindo um comportamento não ético, não aceito pela sociedade;
b) são racionalmente limitados. Eles desejam ser racionais, mas só o conseguem até certo ponto, em função da incapacidade de prever e processar todas as eventualidades e também de enxergarem mais seus objetivos que os da coletividade. Eles não têm perfeito conhecimento do mercado, hipótese mais plausível de se verificar na realidade.

8.1.3 Instituições e organizações

Segundo Saes (2000), em toda sociedade existem regras que restringem o comportamento dos indivíduos. As regras servem para criar uma estrutura que permita a interação humana, seja no campo político, no social ou econômico. Elas podem ser formais, explicitadas por algum poder legítimo e tornadas obrigatórias para manutenção da ordem e o desenvolvimento da

sociedade, como a constituição de um país; ou informais, um conjunto de valores transmitidos socialmente, que são parte da herança cultural: tabus, costumes, tradições e códigos não escritos de conduta. O ambiente institucional é o conjunto de regras formais e informais. As instituições definem o ambiente no qual as transações ocorrem, formando a estrutura de incentivos e controles que induzem os indivíduos a cooperar.

North (1990), apud Saes (2000), usa uma metáfora bastante clara ao definir que as instituições estão para as "regras do jogo", assim como as organizações estão para os "jogadores", representando o comportamento cooperativo e sendo formadas por indivíduos que se unem buscando um determinado fim. O resultado da interação social depende das instituições e das ações dos "jogadores", os tomadores de decisão. Há situações em que os indivíduos cooperam para atingir determinado objetivo, em ação coordenada. As ações de cada indivíduo passam a depender das decisões dos demais e a entidade coletiva formada pela união dos esforços individuais se torna uma unidade autônoma de tomada de decisão.

A razão de ser das organizações é a maximização de determinadas funções, objetivo dentre o conjunto de oportunidades permitidas pela estrutura institucional da sociedade. A existência de custos de transação no mercado pode também dar margem ao surgimento de organizações, se houver uma forma alternativa de governar tais transações. A possibilidade de alteração das regras do jogo, formais ou informais, favorecendo um determinado grupo de agentes, pode criar as condições para a criação de uma organização. As ações para alterar as regras do jogo têm sido uma das mais importantes motivações para a formação de organizações de interesse privado, principalmente em sociedades muito centralizadas economicamente (SAES, 2000).

Instituições e organizações têm uma grande área de intersecção, já que a cultura, os costumes e as tradições são praticadas e consolidadas pelos jogadores, sejam eles indivíduos ou organizações, conforme se verá nos itens a seguir.

8.2 O Ambiente Institucional

Retomando a Figura 3 e os conceitos abordados no item 7.1., o extrativismo da carnaúba é marcado por tradições que já duram mais de um século. O processo produtivo artesanal da cera é uma delas: é praticado da mesma forma, com poucas alterações, desde o final do século XIX. Dos

primórdios da atividade aos dias atuais, talvez as inovações mais significativas tenham sido a batição mecânica da palha seca (possibilitada pelo invento da máquina Guarany-Ciclone, em 1938) e a fabricação da cera a partir do pó e da cera bruta (artesanalmente produzida na zona rural) através de processos industriais. A etapa de campo propriamente dita não teve mudanças significativas desde o início.

O trabalho de campo começa com o arrendamento: no início do ano, o proprietário acerta com o rendeiro o valor do arrendamento, por meio de contrato verbal ou escrito, pelo qual o rendeiro conquista o direito de explorar temporariamente o carnaubal. O número de contratos que o rendeiro precisará fazer dependerá de seu volume de produção e da estrutura fundiária da região (D'Alva, 2007).

O valor do arrendamento varia com a quantidade de milheiros de palha e com a qualidade do carnaubal. A quantidade é definida pelo rendeiro e pelo proprietário, com base na produção de anos anteriores, e a qualidade segue alguns parâmetros empíricos: limpeza do terreno entre as carnaubeiras, altura (quanto mais baixas, melhor), o espaçamento entre as palmeiras (até três metros é o ideal, mais do que isso a produtividade tende a baixar), tipo de solo (os de várzea são os melhores), tempo de descanso e corte do carnaubal (períodos superiores a dois anos aumentam o valor do arrendamento, já que o número de palhas tende a ser maior) (D'Alva, 2007).

Até a situação social do rendeiro pode influir: quanto melhor for, maior a chance de negociações mais vantajosas com o proprietário. "A renda da carnaúba é uma instituição absolutamente respeitada e assumida por proprietários e rendeiros como o cumprimento de uma obrigação, uma espécie de tributo pago ao proprietário dos carnaubais" (D'Alva, 2007).

O rendeiro então contrata a turma que trabalhará na extração e secagem das palhas, que trabalha informalmente, por se tratar de trabalho temporário. Às vezes, o mesmo rendeiro é o dono da máquina de bater palha, contratando então outra turma para a extração do pó na máquina, também informalmente.

Esse contrato é verbal, sendo "apalavrado" e pago com base em diárias ou por milheiro. Em algumas regiões visitadas, como Catuana, distrito de Caucaia, ouviu-se relatos de proprietários de fábricas artesanais que alguns proprietários e rendeiros de carnaubais preferiam contratar trabalhadores que se deslocavam de outras regiões do Ceará, como Santana do Acaraú, Morrinhos, Moraújo e Coreaú, porque os nativos trabalhavam duas horas a menos por dia. Os proprietários adiantam dinheiro para o pagamento dos

trabalhadores de fora no mês de fevereiro, para que eles trabalhem suas lavouras, como forma de garantir que venham trabalhar em seus carnaubais de agosto até o Natal. Ou seja, eles estão presos aos proprietários, sem a mínima condição de barganhar o valor do seu trabalho, já que estão endividados com o patrão (ALVES; COÊLHO, 2008).

Não se teve notícia, durante a pesquisa de campo, de casos em que houvesse a quebra de contratos entre rendeiros e proprietários de carnaubais, o que não quer dizer que ela não aconteça. De acordo com a classificação de Williamson (1996), são transações frequentes, pois pouco depois de terminar o corte da palha de um determinado ano, já se acerta o contrato para o próximo, tempo em que o carnaubal recuperará suas copas. A incerteza não afeta tanto este relacionamento, apesar da chance da quebra da "palavra" existir; do ponto de vista climático, a atividade não é prejudicada, pois é praticada na época da estiagem; não há custos de oportunidade envolvidos, pois as pessoas que nela trabalham não estão deixando outras atividades produtivas onde pudessem ter um ganho maior para se dedicar ao extrativismo da carnaúba; pelo contrário, ela já se constitui em uma fonte de renda para o período em que outras atividades agrícolas são impraticáveis.

Batido o pó na máquina ou produzida a cera de forma artesanal, o rendeiro então venderá o produto do extrativismo à indústria. Em entrevista com o gerente de uma grande indústria do Piauí, ele afirmou que era uma prática comum sua indústria financiar o rendeiro ou o pequeno proprietário, mediante a assinatura de uma nota promissória. Com isso, o rendeiro recebia o dinheiro para financiar sua produção (desde o arrendamento ao pagamento dos trabalhadores) e se comprometia a entregar a produção de pó ou cera bruta pelo preço que a indústria costumava pagar, com base em uma análise química e em uma tabela de qualidade previamente definida (quanto maior o teor de pó de olho presente na cera, mais cara ela se torna). Mas essa prática foi abandonada, já que alguns rendeiros recebiam o dinheiro e os sacos para embalar a produção e iam vender o produto para outra indústria que pagasse um preço mais vantajoso, deixando o emprestador no prejuízo (ALVES; COÊLHO, 2008).

Isso não quer dizer que os industriais sejam sempre vítimas: muitos aproveitam o fato de que o rendeiro assinou a promissória para segurar o carregamento de cera ou pó que eles trazem para análise. Em alguns casos, como constatado no interior do Ceará, essa análise demora até oito dias, o que impede que o rendeiro possa negociar com outra indústria; ele fica assim sujeito ao preço que for colocado pelo industrial, e reclama que

a análise do teor de pureza muitas vezes é subestimada, para que o pagamento seja realizado a menor. Não há certificação oficial para o pó ou cera de carnaúba. Cada indústria tem seu laboratório onde é realizada a análise química da cera (ALVES; COÊLHO, 2008).

Fica bem caracterizado com esta ilustração o caráter oportunista de alguns agentes do extrativismo da carnaúba, e os rendeiros e industriais não são os únicos que podem servir de exemplo: os trabalhadores no campo também o fazem, conforme presenciado em uma das regiões visitadas, onde, no lastro em que as folhas de carnaúba estavam estendidas, havia algumas folhas tipo palha (que geram pó e cera mais baratos) intercaladas com folhas tipo olho (que geram pó e cera mais caros). Dessa forma, é possível produzir uma cera com menor teor de pureza que o da mais cara e vendê-la pelo mesmo preço desta (ALVES; COÊLHO, 2008).

No caso de pagamento por diárias, há ainda uma pessoa encarregada de fiscalizar a contagem dos milheiros de palha derrubados, para que não haja nenhum desvio. Outra forma comum de adulteração é o aumento do diâmetro dos furos da tela da máquina de bater palha: isto aumenta a pesagem do pó batido, o que aumenta a renda do dono da máquina, que a aluga por quilo de pó, mas acrescenta maior impureza à cera (ALVES; COÊLHO, 2008).

Ainda sobre o comportamento dos agentes, vale ressaltar alguns casos emblemáticos ocorridos no passado, caracterizando o oportunismo natural dos agentes do SAG da carnaúba. Antigamente, havia a Companhia de Financiamento da Produção (CFP), responsável pela política de preços mínimos do governo federal e regulação de Empréstimos do Governo Federal (EGF)[7] e Aquisições do Governo Federal (AGF)[8]. Ouviram-se relatos de que alguns produtores colocavam mais de um tipo de cera dentro do saco, e os funcionários do armazém, quando iam atestar o teor, tiravam o pó mais

7 O EGF é um empréstimo aos produtores rurais para que eles estoquem os produtos e os vendam na época da entressafra, para evitar que o governo forme altos estoques. Sem a opção de venda ao governo, o produtor deve pagar o empréstimo ao agente financeiro quando vencido, não podendo vender o produto ao governo ao preço mínimo vigente. Com a opção de venda, vencido o empréstimo, o produtor vende o produto ao governo pelo preço mínimo vigente, caso o preço de mercado seja inferior ao preço mínimo (BACHA, 2003).

8 O governo fixa, antes do plantio, um preço mínimo para cada produto, comprometendo-se a adquiri-lo, na época da colheita, a esse preço mínimo se o preço de mercado ficar abaixo do preço mínimo (BACHA, 2003).

barato e pagavam pelo mais caro, ganhando por fora para passarem o falso atestado.

Em 1985, o governo percebeu que não era racional manter tal sistema e o extinguiu, desfazendo-se de todo o estoque de pó e cera que possuía. Mas a grande maioria dos rendeiros e pequenos proprietários declarou em entrevistas que a salvação do setor seria o retorno do governo a essa política de preços mínimos e estocagem. Ou seja, continuam esperando do governo a solução de todos os seus problemas, acostumados que foram às práticas assistencialistas (ALVES; COÊLHO, 2008).

O pó, ao ser extraído no campo, pode ser adulterado: no passado, quando havia essas compras, alguns produtores menos éticos adicionavam silte (espécie de pó branco) ao pó Tipo Um, o mais caro, a fim de lucrarem com a adulteração, vendendo cera de péssima qualidade com o preço da melhor. O produtor desonesto não via que o pó adulterado traria prejuízo não só ao elo seguinte do SAG, a transformação industrial, como a ele mesmo, pois um pó de baixa qualidade afetaria a cera produzida; no ano seguinte, o industrial não compraria mais dele e deprimiria ainda mais o preço ao comprar de outro, pela falta de confiança no fornecedor e pelo prejuízo obtido em fabricar cera com material de baixa qualidade.

Continuando com a trajetória da cera, a indústria recebe o pó ou a cera bruta, processa e fabrica a cera industrial e a vende, geralmente, para o exterior. Nesse processo entra a figura do corretor, apontada "como uma figura às vezes bendita, às vezes maldita" dentro do sistema agroindustrial da cera de carnaúba. Bendita porque eles facilitam o intercâmbio entre exportador e importador da cera, maldita porque muitos exportadores desconfiam que eles são "agentes duplos" ou mesmo jogam do lado dos importadores, na realidade representando interesses deles, não dos exportadores (ALVES; COÊLHO, 2008).

Os contratos entre industriais e corretores são formais, devido aos altos montantes envolvidos. E também são poucos os corretores atuando no mercado, estando mais concentrados em Fortaleza, devido às facilidades do porto da cidade, em comparação aos estados do Piauí e Rio Grande do Norte, que não têm grandes portos. São poucas as empresas que podem se dar ao luxo de terem pessoas da família fazendo as vezes dos corretores. Entre os entrevistados, apenas um tem uma filha que, formada no exterior, negocia as vendas da empresa com os importadores (ALVES; COÊLHO, 2008).

Outra instituição comum no extrativismo da carnaúba é o financiamento por agiotas. Isto ocorre devido à burocracia sempre presente nos trâmi-

tes bancários: ainda que o juro dos agiotas seja mais alto (5 a 8% ao mês, conforme comentado em algumas entrevistas com rendeiros), o dinheiro é bem mais fácil de ser liberado e não há necessidade de apresentação formal de garantias, pelo menos no momento do empréstimo (ALVES; COÊLHO, 2008). O juro da agiotagem é outro fator que contribui para a situação de arrocho financeiro de muitos rendeiros e proprietários de carnaubais e fábricas artesanais.

Ainda com relação às normas e aos costumes adotados por alguns agentes do SAG da carnaúba, alguns importadores exigem de exportadores nacionais que a cera seja embalada em "sacaria neutra", sem a devida identificação de quem a produziu, a fim de omitir a origem e impedir o contato direto entre exportador e as indústrias estrangeiras que aplicarão a matéria-prima em sua produção.

8.3 O Ambiente Organizacional

Retomando a Figura 3, o ambiente organizacional do SAG da carnaúba possui diversos "jogadores", entre eles os proprietários de carnaubais e fábricas artesanais, os trabalhadores que vivem direta ou indiretamente do extrativismo, sindicatos, a Câmara Setorial da Carnaúba (CSC), instituições de pesquisa, universidades e organismos não governamentais. As ações de alguns deles já foram vistas com detalhe no item anterior. Merece destaque aqui a atuação de outros, que têm um caráter de coordenação, como os sindicatos, órgãos de pesquisa e a CSC.

O Sindicarnaúba é o sindicato das indústrias refinadoras e exportadoras de cera de carnaúba, composto por sete indústrias[9], que controlam 80% do total da cera refinada e tem o papel de trabalhar pelo interesse dos associados e servir de elo entre a indústria de cera, Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) e as instituições da sociedade. Demandas encaminhadas pela FIEC ou pela sociedade em geral, ao setor industrial da cera de carnaúba, devem ser respondidas pelo Sindicarnaúba. O Sincarnaúba, por sua vez, é o sindicato dos proprietários de indústrias artesanais de cera de carnaúba e produtores de pó (ALVES; COÊLHO, 2008).

9 Na época da realização da entrevista, fevereiro de 2006, eram seis indústrias filiadas (Ceras Johnson, Ceras Vegetais do Ceará, Rodolfo G. Moraes, Pontes Indústria de Cera, Cera Peles, Fontenele Ceras do Piauí) e uma sétima estava se cadastrando (Carnaúba do Brasil, indústria de Itarema). Vale ressaltar que nem todos os refinadores são filiados.

Tanto o Sindicarnaúba como o Sincarnaúba fazem parte da CSC. Há reuniões periódicas entre os filiados do Sindicarnaúba. A comunicação entre os filiados é boa, mas há discordância quando o assunto é preço de venda ao exterior. É outro ponto que comprova o caráter oportunista de alguns agentes: se há uma proposta vantajosa em termos de preço, não há união, mesmo em um sindicato, e isso prejudica o sistema agroindustrial da cera como um todo (ALVES; COÊLHO, 2008).

E isto é repassado para os elos a montante: se o preço fica deprimido na ponta da venda, gera-se um gargalo; a tendência é a de achatamento para as etapas anteriores, como um efeito dominó. A cadeia, então, deixa de ser produtiva: uns dificultam a sobrevivência de outros e a atividade corre o risco de ser extinta.

A CSC é outro elemento agregador de atores do SAG da carnaúba. Ela foi criada no início de 2003 e reformulada em 2008, com o objetivo de funcionar como fórum de discussão e de reivindicação para o setor como um todo, reunindo as Secretarias Estaduais de Desenvolvimento Econômico (SDE), Agricultura (Seagri), Ciência e Tecnologia (Secitece), Trabalho e Empreendedorismo (SETE), Agência de Desenvolvimento do Ceará (ADECE), Associação Caatinga, Sincarnaúba, Sindicarnaúba, Federação da Agricultura, Comércio e Indústria do Ceará (Facic), Federação dos Trabalhadores Agrícolas do Estado do Ceará (Fetraece) e a Federação de Agricultura do Estado do Ceará (Faec) (ALVES; COÊLHO, 2008).

As ONG's desenvolvem importante papel dentro do extrativismo da carnaúba, devido à capacidade de ação local que possuem. A ONG Carnaúba Viva, com sede em Assu/RN, fornece para a Petrobras mantas e cintas de palha para revestimento dos dutos de vapor. As mantas, além de mais baratas e seguras que o revestimento de alumínio (que vinha sendo roubado), geram uma economia milionária para a estatal e também ocupação e renda para cerca de trezentos artesãos e suas famílias, que antes viviam à mercê do assistencialismo e passaram a viver com o mínimo de dignidade e cidadania (HUDSON, 2004).

Há ainda outras ONG's importantes no trabalho com a carnaúba, como o Instituto Sertão, em Fortaleza, o Instituto Carnaúba, o Instituto Sesemar, em Itapipoca e a Associação Caatinga. Os três primeiros trabalham com projetos de capacitação de trabalhadores rurais que praticam o extrativismo da carnaúba, e a Associação Caatinga é um dos parceiros na administração da reserva de Serra das Almas, em Crateús, sítio de preservação ecológica com extensos carnaubais nativos. O Instituto Carnaúba e a Associação Ca-

atinga integram a Câmara e o Instituto Sertão a deixou no início de 2006 (ALVES; COÊLHO, 2008).

Como a CSC é uma entidade que agrega organizações com os mais diversos interesses, a possibilidade de um atrito sempre existe, devido à racionalidade limitada dos agentes, incapazes de perceber a situação de forma global, de que o bem para a coletividade nem sempre é o melhor para o interesse individual.

As instituições de pesquisa, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Universidades Federais do Ceará (UFC), Rio Grande do Norte (UFRN), Piauí (UFPI) e o Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (Etene), órgão do BNB, há algumas décadas vêm produzindo trabalhos sobre a carnaúba, buscando soluções para revitalização da atividade. Muitas vezes, a teoria andou descasada da prática. A proposta do secador solar (UFPI), a princípio fixo, não foi muito bem recebida. A Embrapa propôs um modelo móvel, que pudesse ser carregado em um caminhão. O IPT chegou a propor alternativas à tradicional máquina de bater palha, mas todas as propostas esbarram nos costumes seculares dos trabalhadores (e seus patrões), que não estão dispostos a mudar a maneira pela qual fazem a atividade, alegando que as inovações trariam altos custos.

9 CUSTO E LUCRO LÍQUIDO NAS DIVERSAS ETAPAS DA ATIVIDADE

Entre as dificuldades enfrentadas pelo extrativismo da carnaúba, estão a dificuldade de acesso ao crédito oficial para custeio e os elevados juros cobrados pelos agiotas. No entanto, outro fator que contribui para fragilizar a situação financeira do setor é a falta de informações sistematizadas para respaldar cálculos de custos de produção, rentabilidade e lucratividade, fundamentais para subsidiar o poder público na adoção de políticas de apoio.

Tal situação impôs o desafio de observar, de forma criteriosa, durante a pesquisa, a complexidade do funcionamento de cada uma das etapas da atividade em campo e, a partir disso, elaborar planilhas com algumas estimativas que dessem possibilidades de aproximação da realidade do setor.

Neste tópico, serão apresentados somente os custos referentes ao que se convencionou chamar de Etapa 1 (arrendamento, corte e secagem), Etapa 2 (extração do pó) e Etapa 3 (considerando somente o beneficiamento do pó em cera de origem), bem como do lucro líquido obtido com a comercialização do pó e da cera de origem. Para os cálculos, tomou-se como base a média dos números observados em campo, na época da pesquisa, sendo que a maioria dos itens registrou uma variação de no mínimo 20% para mais ou para menos. Uma pequena parcela de dados foi obtida de fontes secundárias. Das informações, geraram-se planilhas dinâmicas, das quais foram extraídos os resumos apresentados no item que se segue.

9.1 Custo e lucro líquido nas Etapas 1 e 2

Além da falta de informações por inexistência de registro de controle das atividades, os dados referentes a custos nas Etapas 1 e 2 são bastante variáveis, em virtude da diversidade de condições de campo.

O rendimento da máquina de bater, por exemplo, apresenta grande variação. Alguns fatores influenciam no teor de pó das palhas, tais como regularidade do inverno, quantidade de pó perdida no processo de secagem, nível de umidade da palha, dentre outros. Tudo isso aliado ao diâmetro utilizado nos furos da tela (que, conforme explicado no item 7.2., pode ser alterado) faz com que o rendimento da máquina apresente uma variação de cinco a dez quilos de pó por milheiro de palha batido.

Nestas etapas, observou-se a adoção de diversos parâmetros na contratação de serviços, o que exigiu a realização de cálculos utilizando cada um desses parâmetros, com o objetivo de oferecer uma indicação sobre qual (ais) parâmetro (s) mais vantajoso (s) do ponto de vista de quem contrata e de quem presta os serviços.

Nos serviços de corte e secagem, observou-se a adoção de dois parâmetros distintos de contratação: milheiros de palhas derrubados; diárias trabalhadas.

Na extração do pó, a máquina pode ser própria ou de terceiros e os serviços de bateção podem ser próprios ou terceirizados; quando a bateção é terceirizada, os serviços podem ser pagos com base em quilos de pó extraídos ou milheiros de palhas batidos. O menor custo por milheiro de palhas batido (R$1,35) é alcançado quando o produtor/rendeiro utiliza máquina própria e se responsabiliza pela contratação e pagamento da mão de obra

– máquina própria; bateção própria – (Tabela 2). O maior custo (R$2,18) é alcançado quando a máquina e a bateção são terceirizadas e o pagamento dos serviços é feito com base em quilos de pó extraídos (Tabela 3).

Tabela 2 – Estimativa de custo de bateção mecânica de um milheiro de palhas de carnaúba (7,50kg de pó cerífero) – bateção própria; máquina própria (2006)

Itens	Quantidade	Unidade	Valor Unitário (R$) (1)	Valor Total (R$)
1. Máquina de bater				**0,38**
Óleo diesel (2)	0,15	litro	1,94	0,29
Graxa/lubrificante (3)	0,0075	litro	6,00	0,05
Manutenção máquina (4)	5,00	% ao ano	0,82	0,04
2. Operadores da máquina				**0,70**
Motorista/mecânica (5)	0,0075	h/d	14,00	0,11
Empurrador (6)	0,015	h/d	13,50	0,20
Baganeiro	0,015	h/d	13,50	0,20
Feixeiro	0,015	h/d	12,50	0,19
Subtotal				1,08
3. Juros sobre empréstimo	**5,00**	**% x 5 meses**	**1,08**	**0,27**
Custo Total				1,35

Fonte: ALVES; COÊLHO (2008); GOMES et al. (2006).

(1) Média regional observada durante pesquisa de campo. Para os operadores de máquina, consideraram-se os valores mais frequentes observados na pesquisa de campo (2006).

(2) Para cada 1.000 kg de pó batido são gastos 20 litros de óleo diesel. É necessário 0,15 litros para um milheiro (7,5kg); o litro custa R$1,94 (GOMES et al., 2006).

(3) Para cada 1.000 kg de pó batido é gasto um litro de lubrificante. É necessário 0,0075 litros para um milheiro, com o litro custa R$6,00 (GOMES et al., 2006).

(4) Segundo informação de GOMES et al., 2006, o valor de uma máquina (usada) é R$6.600,00, tendo vida útil de 10 anos de 120 dias, o que gera uma depreciação diária R$5,50 (R$6.600/1.200 dias). O percentual de depreciação, aqui indicado é obtido de R$5,50/120 dias, que resulta em 4,583%, arredondado para 5%.

(5) Se, para a produção de 1.000kg por dia é necessária uma diária de um motorista, para a produção de 7,5kg é necessária 0,0075 diárias.

(6) O mesmo raciocínio aplicado para o motorista vale para os casos do empurrador, baganeiro e feixeiro; a diferença é que, ao invés de um diarista, são demandados dois, conforme relatos ouvidos na pesquisa de campo, o que dobra as quantidades em relação ao motorista.

Tabela 3 – Custo de bateção mecânica de um milheiro de palhas de carnaúba (7,50kg de pó cerífero): parâmetros e formas de pagamento diversos observados em campo (2006)

	Parâmetro Adotado	Item de Gastos	Forma de Remuneração	Unidade	Valor Unitário (R$)	Valor Total (R$)
1	Máquina própria; bateção própria	De acordo com Tabela 10			1,35	1,35
2	Máquina própria; bateção terceirizada; pgto. com base em quilos de pó extraídos	Pgto. ao Responsável bateção	7,5	Kg de pó	0,24	1,80
3	Máquina própria; bateção terceirizada; pgto. com base em milheiros de palhas batidos	Pgto. ao Responsável bateção	1,0	Milheiro de palhas	2,00	2,00
4	Máquina terceirizada; bateção terceirizada; pgto. com base em milheiros de palha batidos	Pgto. ao Dono Máquina e Responsável bateção	1,0	Milheiro de palhas	2,00	2,00
5	Máquina terceirizada; bateção terceirizada; pgto. com base em quilos de pó extraídos	Pgto. ao Dono Máquina e Responsável bateção	7,5	Kg de pó	0,29	2,18

Fonte**:** ALVES; COÊLHO (2008).

De acordo com o apresentado na tabela anterior, as condições em termos de posse da máquina e as decisões do rendeiro/produtor em relação às formas de contratação de serviços influenciarão no valor final do custo com a realização das Etapas 1 e 2 e, consequentemente, no lucro líquido que obterá ao final do processo, de modo que o maior valor (R$10,37) equivale a cerca de 179% do menor valor (R$5,79), conforme se pode observar no resumo apresentado na Tabela 4.

Também na Tabela 4, verifica-se que o custo total mais elevado (R$14,91) é 44,3% superior ao menor custo observado (R$10,33). O maior custo é obtido quando são adotados simultaneamente os seguintes parâmetros: no corte da palha, o pagamento é feito com base em milheiros derrubados; na bateção, são utilizados máquinas e serviços terceirizados e pagamento feito com base em quilos de pó extraídos. O menor custo é obtido quando são adotados simultaneamente os seguintes parâmetros: no corte da palha, o pagamento é feito com base em diárias trabalhadas; na bateção, são utilizados máquina e serviços próprios. Significa que, em termos de custos, é mais interessante para o rendeiro que faz o pagamento do corte com base em diárias trabalhadas, dispõe de máquina de bater e ele próprio se encarrega de contratar pessoal para a realização dos serviços. A situação oposta é, portanto, mais vantajosa para o trabalhador.

O custo total médio (R$1,25/kg de pó extraído) estimado por GOMES et al. (2006) para as Etapas 1 e 2, durante pesquisa realizada no Piauí, é inferior ao custo calculado no presente estudo (a partir de dados encontrados para a região como um todo), cuja média é de R$1,71/kg de pó extraído, conforme apresentado na Tabela 4. O primeiro representa cerca de 73% do segundo. O lucro líquido por quilo de pó extraído é, em média, R$1,05 (Tabela 4).

Importante observar que a maior parcela das despesas com as Etapas 1 e 2 é absorvida nas operações de corte e secagem, um percentual médio de 55,7% do total. Os juros pagos sobre empréstimo para financiamento da atividade, considerando que ele recorre a agiotas, chegam a representar 9,1% das despesas. Na bateção, assim como no arrendamento, observam-se custos médios de cerca de 16%. Estes percentuais podem ser comparados com os obtidos por GOMES et al. (2006) para o estado do Piauí, distribuídos da seguinte forma: arrendamento – 14%; corte e secagem – 67%; bateção – 19%. Observam-se, assim, divergências entre os percentuais obtidos em ambas as pesquisas, as quais podem ser explicadas, mesmo que parcialmente, pelo fato de no caso da pesquisa do Piauí

não terem sido levados em conta os juros sobre empréstimos, comuns nessas etapas da atividade (tendo em vista que rendeiros recorrem principalmente a agiotas e podem pagar taxas que variam de 5 a 8% ao mês). Além disso, enquanto na presente pesquisa se adotou o valor de R$2,00 para o arrendamento de um milheiro de carnaubal, na pesquisa sobre o Piauí o valor utilizado foi R$1,87. Apesar destas divergências, observa-se a convergência dos resultados de ambas as pesquisas com relação às fases de corte e secagem, as quais se revelam as mais "caras" para o produtor/rendeiro.

Tabela 4 – Resumo de custo e lucro líquido no extrativismo da carnaúba – um milheiro de palha (7,5kg de pó cerífero): diversos parâmetros observados em campo, considerando produção e venda de pó (2006)

PARÂMETROS ADOTADOS EM CAMPO					CUSTO TOTAL (R$)	RECEITA BRUTA (R$)	LUCRO LÍQUIDO (R$)
	NO CORTE DA PALHA	NA BATEÇÃO DA PALHA					
CONSIDERANDO PRODUÇÃO E VENDA DE PÓ	Milheiros de palhas derrubados	Máquina Própria	Bateção Própria		13,71	20,70	6,99
			Bateção Terceirizada	Pgto. Base kg pó extraídos	14,50		6,20
				Pgto. Base milheiros palha batidos	14,72		5,98
		Máquina Terceirizada	Bateção Terceirizada	Pgto. Base kg pó extraídos	14,91		5,79
				Pgto. Base milheiros palha batidos	14,72		5,98
	Diárias trabalhadas	Máquina Própria	Bateção Própria		10,33		10,37
			Bateção Terceirizada	Pgto. Base kg pó extraídos	11,12		9,58
				Pgto. Base milheiros palha batidos	11,34		9,36
		Máquina Terceirizada	Bateção Terceirizada	Pgto. Base kg pó extraídos	11,54		9,16
				Pgto. Base milheiros palha batidos	11,34		9,36
Média por quilo de pó extraído					1,71	2,76	1,05

Fonte: ALVES; COÊLHO (2008).

Após a extração, o pó é recolhido em sacos comuns, para depois ser conduzido aos locais de transformação em cera de origem ou refinada (Etapa 3). As estimativas de custo e lucro líquido dessa etapa para a produção de cera de origem são apresentadas no item que se segue.

9.2 Custo e lucro líquido na Etapa 3

O custo de produção da cera de origem é de R$0,28 por cada quilo, conforme mostrado na Tabela 5. Este custo unitário, que inclui a depreciação dos equipamentos e os juros sobre empréstimo pelo período de dois meses, é pouco superior ao calculado por D'Alva (2007) para explorações em Beberibe (CE), o que é aceitável, levando em conta que este autor não considerou, em seus cálculos, os juros sobre empréstimo; por outro lado, é inferior ao declarado por um proprietário de fábrica artesanal, segundo o qual, o custo de fabricação da cera é de R$0,33/kg.

Tabela 5 – Custo de produção de um quilo de cera de origem em fábrica artesanal (2006)

ITENS DO ORÇAMENTO	UNID	QUANT	VR. UNITÁRIO (R$)	VR. TOTAL (R$)
Operários da prensa e caldeira (1)	Kg cera	1,00	0,05	0,05
Lenha (2)	m^3	0,003	10,00	0,03
Água (3)	litro	2,91	0,029	0,084
Pano de nylon para prensa	Um	0,01	1,00	0,01
Ácido oxálico (sal de azedo)	Kg	0,003	5,00	0,015
Depreciação equipamentos	Vb	-	-	0,064
Sub-total				0,25
Juros sobre empréstimo	% x 2 meses	5,00	0,25	0,03
CUSTO UNITÁRIO				0,28

Fonte**:** ALVES; COÊLHO (2008); D'Alva (2007, p. 170).

(1) Considerou-se a média de R$25,00 pagos por um dia de trabalho atrelado à produção de 500kg de cera, de acordo com o observado em campo.

(2) Para produzir 150kg de cera, são necessários 0,5m^3 de lenha (algaroba), conforme D'Alva (2007, p.170).

(3) Segundo um informante (dono de fábrica), para cada 200kg de pó levados à caldeira são necessárias 15 latas (de 18 litros) de água (270 litros), equivalendo a 1,35 litros para cada quilo de pó. Considera-se que para produzir um quilo de cera são necessários 1,45kg de pó, o que exigirá 2,91 litros de água. O valor da água foi baseado em D'Alva (2007, p.170).

O lucro líquido obtido pelo produtor de cera de origem varia em decorrência da amplitude da exploração, que influencia no montante do custo gerado que, por sua vez, sofrerá uma variação em decorrência dos parâmetros adotados, conforme já mencionado no item 8.1. Assim, se o produtor de cera explora também as atividades de corte, secagem e extração do pó, os itens de custos destas etapas serão acrescidos ao custo total apresentado na coluna 6 da Tabela 6.

O lucro líquido mais favorável para o rendeiro/produtor (R$10,89) acontece quando o mesmo contrata os serviços de corte da palha com base em diárias trabalhadas e utiliza máquina de bateção e serviços próprios e, além disso, é dono de fábrica artesanal, acumulando o negócio de produção e venda de cera de origem, conforme resumo apresentado na Tabela 6. Custo e lucro líquido médios por quilo de pó extraído, neste caso, representam, respectivamente, R$1,88 e R$1,12 (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo de custo e lucro líquido no extrativismo da carnaúba – um milheiro de palha (7,5kg de pó cerífero): diversos parâmetros observados em campo, com produção de pó, produção e venda de cera de origem (2006)

PARÂMETROS ADOTADOS EM CAMPO					CUSTO TOTAL (R$)	RECEITA BRUTA (R$)	LUCRO LÍQUIDO (R$)
	NO CORTE DA PALHA	NA BATEÇÃO DA PALHA					
CONSIDERANDO PRODUÇÃO DE PÓ, PRODUÇÃO E VENDA DE CERA DE ORIGEM	Milheiros de palhas derrubados	Máquina Própria	Bateção Própria		15,05	22,56	7,51
			Bateção Terceirizada	Pgto. Base kg pó extraídos	15,84		6,72
				Pgto. Base milheiros palha batidos	16,06		6,50
		Máquina Terceirizada	Bateção Terceirizada	Pgto. Base kg pó extraídos	16,26		6,30
				Pgto. Base milheiros palha batidos	16,06		6,50
	Diárias trabalhadas	Máquina Própria	Bateção Própria		11,67		10,89
			Bateção Terceirizada	Pgto. Base kg pó extraídos	12,46		10,10
				Pgto. Base milheiros palha batidos	12,68		9,88
		Máquina Terceirizada	Bateção Terceirizada	Pgto. Base kg pó extraídos	12,88		9,68
				Pgto. Base milheiros palha batidos	12,68		9,88
Média por quilo de pó extraído					1,88	3,00	1,12

Fonte: ALVES; COÊLHO (2008).

Porém, se o produtor se ocupa apenas da produção e comercialização da cera de origem, necessita adquirir o pó cerífero. Neste caso, o custo que teria com arrendamento, corte, secagem e extração, é substituído pelo custo de aquisição do pó, que varia de acordo com a proporção adquirida por tipo de pó (olho e palha), conforme exemplo resumo apresentado nas Tabelas 7 e 8. Assim, não haverá receita de bagana, já que o produtor da cera não é responsável pelo arrendamento. Nessas condições, se o produtor tomar dinheiro emprestado a taxas de 5%a.m. durante dois meses (Tabela 7), terá prejuízo na atividade, independente do tipo ou proporção de pó adquirido, sendo a situação menos desconfortável, aquela em que todo o pó é do "Tipo Olho", ainda assim, acumulando prejuízo de R$0,49 por cada 7,5kg de pó transformado em cera. Importante destacar que esta situação ocorre em decorrência de o produtor recorrer ao mercado paralelo para adquirir recursos para custeio da atividade, a taxa de juros média de 5% ao mês.

Por outro lado, considerando-se que o produtor recorrerá ao BNB (Tabela 8), cuja taxa de juros sobre empréstimos do FNE (Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste) será de 0,53%a.m[10], modifica-se o perfil do lucro líquido. Neste caso, haverá prejuízo somente quando o produtor utilizar 100% de pó palha para produção da cera. A melhor situação é aquela em que o produtor utiliza apenas pó olho, na qual o lucro líquido atinge R$3,01 por cada 7,5kg de pó adquiridos e transformados em cera, embora acarrete também no custo mais elevado (R$39,59). Ressalte-se que nos cálculos sobre empréstimos do FNE não se levou em conta o rebatimento de 25% sobre o pagamento dos juros, ao qual o produtor terá direito, caso faça em dia o pagamento das parcelas do empréstimo.

10 Essa taxa foi calculada da seguinte forma: o custeio pelo FNE-Rural tem taxas de 5% a.a. para miniprodutores e 7,25% a.a. para pequenos produtores. Fez-se a média ponderada pelos valores financiados de 1998 a 2006 para esses dois portes de produtor, o que resultou 6,37% a.a., correspondendo a uma taxa de 0,53% a.m., considerando o regime de juros simples.

Tabela 7 – Resumo de custo e lucro líquido com aquisição de 7,5kg de pó cerífero, produção de cera de origem, ensacamento e transporte e venda de cera de origem – taxa de juros de 5%a.m. (2006)

	TIPO DE PÓ	CUSTO TOTAL (R$)	RECEITA BRUTA (R$)	LUCRO LÍQUIDO (R$)
CONSIDERANDO A AQUISIÇÃO DE PÓ CERÍFERO	80% pó palha + 20% pó olho	21,31	19,56	-1,75
	50% pó palha + 50% pó olho	29,47	28,20	-1,27
	100% pó palha	15,86	13,80	-2,06
	100% pó olho	43,09	42,60	-0,49

Fonte: ALVES; COÊLHO (2008).

Tabela 8 – Resumo de custo e lucro líquido com aquisição de 7,5kg de pó cerífero, produção de cera de origem, ensacamento e transporte e venda de cera de origem – taxa de juros de 0,53%a.m. (2005)

	TIPO DE PÓ	CUSTO TOTAL (R$)	RECEITA BRUTA (R$)	LUCRO LÍQUIDO (R$)
CONSIDERANDO A AQUISIÇÃO DE PÓ CERÍFERO	80% pó palha + 20% pó olho	19,58	19,56	-0,02
	50% pó palha + 50% pó olho	27,07	28,20	1,13
	100% pó palha	14,57	13,80	-0,77
	100% pó olho	39,59	42,60	3,01

Fonte: ALVES; COÊLHO (2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade econômica desenvolvida em torno do extrativismo da carnaúba na região Nordeste do Brasil gera elevado nível de ocupação no campo, muito embora seja realizada sob baixos níveis de produtividade, principalmente, devido ao baixo nível tecnológico, provocando uma perda estimada em cerca de até 60% de pó, durante as operações de corte, secagem da palha, trituração para extração e elaboração da cera de origem.

A reversão em termos de ganhos sociais é bastante limitada, em decorrência, principalmente, de suas atividades, no geral, estarem baseadas em relações de produções bastante atrasadas, em que predomina o trabalho informal e, principalmente, submissão do segmento primário ao intermediário e deste, por sua vez, ao setor industrial.

A estrutura fundiária em boa parte das regiões produtoras (principalmente, os estados do Ceará e Rio Grande do Norte) é bastante fragmentada, sendo que a maior parte das explorações de carnaubais é feita por rendeiros.

No contexto das relações de produção estabelecidas, os proprietários de carnaubais, em geral, participam indiretamente do processo produtivo, enquanto que os rendeiros (arrendatários dos carnaubais, que podem ser donos de máquinas de triturar palha e, normalmente, também, são pequenos proprietários rurais) atuam diretamente, estabelecendo relações informais de trabalho com os agricultores, no sentido de que não existem compromissos trabalhistas formais nem sistema de assalariamento rural.

Observam-se graves problemas de desarticulação entre os elos do SAG, diante da insuficiência de formas de organização e de associativismo em torno desta atividade econômica. O espírito não cooperativo, conforme analisado, é percebido em todos os segmentos do SAG, desde o trabalhador extrativista até o importador. *A cultura de se levar vantagem em tudo coloca a atividade em risco.*

Este é um comportamento tão secular quanto a atividade: a atitude de resistência à inovação, à mudança, também é outro fator que prejudica o SAG como um todo. Os agentes continuam com o mesmo pensamento que marcou a atividade no passado: rendeiros e proprietários, até mesmo alguns industriais entrevistados, mais propensos à livre iniciativa, acham que cabe ao governo a solução de todos os problemas com relação à produção e exportação de cera de carnaúba. No meio rural, reina o pensamento assistencialista: o governo tem que voltar à política de preços mínimos, a ser

um regulador do mercado de cera e pó de carnaúba. Cabe questionar: se o caminho é mesmo esse, por que não funcionou no passado?

Em parte, a resposta a esta pergunta está na racionalidade limitada e no oportunismo, características adequadas à grande maioria dos agentes do SAG da carnaúba. A adulteração da cera, tanto no campo (com a adição de outros produtos, como farinha e silte ao pó cerífero), como na indústria, foi um fator que penalizou as exportações, gerou desconfiança entre rendeiros e indústria, e fez com que os bons agentes pagassem pelos erros dos maus.

Os consumidores finais, geralmente localizados no exterior, não se preocupam com esta situação. Cabe então aos agentes internos assumir o papel de defesa da atividade. A mudança de atitude deveria começar no ambiente organizacional: a abertura às inovações seria algo positivo, a ser aplicada tanto no processo extrativo, realizado no campo, como na busca do desenvolvimento de tecnologia nacional para fabricação interna de produtos que levam cera na composição, o que faria muito mais efeito na contabilidade do SAG da carnaúba que a volta à política de preços mínimos e estocagem por parte do governo. Isto poderia elevar a demanda e fazer com que os preços da cera e pó melhorassem, mas esbarra na falta de investimento à pesquisa e desenvolvimento do país.

No campo, a inexistência de linhas de financiamento específicas para o custeio da atividade leva os rendeiros a recorrerem aos agiotas, submetendo-se, por vezes, a juros incompatíveis com sua capacidade de pagamento. O financiamento do custeio contribuiria na redução da dependência que o rendeiro tem da indústria e de exportadores, tendo em vista que em torno de 95% do que se produz é destinado ao mercado externo. O financiamento ao rendeiro também favoreceria a formação de estoque, permitindo que ele aguardasse o melhor momento para comercializar seu produto e o surgimento de várias pequenas indústrias, na aquisição de máquinas e equipamentos.

Outro fato que confirma o quanto melhoraria a situação do produtor/rendeiro se ele tivesse acesso ao crédito oficial é a análise da distribuição dos custos entre as etapas de campo (item 8), que demonstrou que a etapa mais onerosa é aquela que envolve o corte e a secagem. Os juros sobre empréstimos, que chegam a representar 9,1% das despesas, poderiam representar bem menos, se o produtor não tivesse que recorrer aos agiotas, que chegam a cobrar 8% ao mês.

Nas simulações realizadas e apresentadas, mostrou-se como a situação de descapitalização da maioria dos produtores/rendeiros inviabiliza a ex-

ploração, principalmente quando o produtor explora somente a produção de cera de origem. É lógico que a baixa taxa de retorno está associada também ao baixo nível tecnológico empregado, responsável, por exemplo, pela perda de cerca de 60% do pó nas etapas de secagem e extração. No entanto, uma política direcionada para o setor, com juros compatíveis com a realidade, contribuiria para a recuperação no médio e longo prazo.

Sobre o que foi possível observar a partir das estimativas realizadas, vale comentar a respeito da grande variedade de formas de contratação de serviços que se observou em campo. A escolha que o produtor faz no momento de iniciar um trabalho implica diretamente no resultado final em termos econômicos, com variações significativas para mais e para menos no lucro final. Caberia perguntar, então, por que o produtor/rendeiro faz determinadas opções, se no final das contas, assim fazendo, seu lucro será inferior ao que obteria se fizesse outras opções. Esta é uma boa questão para investigação, já que neste trabalho não foi possível obter tal resposta.

Da mesma forma que os produtores rurais, os industriais não contam com linhas específicas de financiamento de suas atividades, tendo que recorrer aos bancos para obter o ACC (Adiantamento de Contrato de Câmbio) para realizar a transação de exportação da cera.

Seguindo recomendação de pesquisadores da Universidade Federal do Piauí (UFPI-CCA, 2002), considera-se que a comercialização da cera também poderia ser beneficiada com a criação de um sistema de informações para monitorar continuamente as demandas nacional e internacional de cera de carnaúba, estatísticas de produção, produtividade, investimentos e custos fixos e operacionais praticados. Tal sistema permitiria o diagnóstico das variações de mercado, preço, demanda e oferta, viabilizando um planejamento seguro para o setor.

Em vista do exposto e da importância do setor em termos econômicos e sociais para o Nordeste, considera-se fundamental que o Governo Federal viabilize institucionalmente uma estrutura normativa e executiva – a exemplo do que está sendo trabalhado no setor sisaleiro nordestino – para coordenar um trabalho conjunto dos diversos órgãos públicos (Ministérios do Trabalho e Emprego, do Desenvolvimento Agrário, do Desenvolvimento Social e Segurança Alimentar, da Cultura, BNB, Embrapa, Universidades e Sebrae), dos governos estaduais, das prefeituras municipais e das entidades da sociedade civil organizada atuantes nas áreas de extrativismo da carnaúba, com o objetivo de se elaborar e implementar uma política integrada para o desenvolvimento setor.

Faz-se necessária a difusão de métodos de extração de pó que permitam maior percentual de pureza, bem como de se produzir máquinas de menor porte para beneficiamento do pó. A esse respeito, é importante enfatizar a necessidade de melhoramentos tecnológicos em diversas fases do processo extrativo para elevar o rendimento do pó. No corte das folhas, há necessidade de se desenvolver uma ferramenta que substitua a foice convencional, utilizando tecnologias modernas já conhecidas; na secagem, a separação do pó cerífero poderia ser realizada de maneira mais rentável e com qualidade controlada, através da utilização de secador solar, que deveria ser móvel e de fácil montagem/desmontagem, a fim de reduzir as perdas do pó cerífero; o batimento mecânico das folhas secas também necessita de melhorias, já que além da perda, origina-se um pó com mais impurezas que pelo batimento manual.

Também como sugestão, poderia ser empregado equipamento semelhante às colheitadeiras de café. A proposta do professor Saburo Ykeda, do IPT, é de se projetar uma máquina que separe o pó da folha seca da carnaúba por equipamento vibratório, podendo a coleta do pó ser realizada através de equipamento aspirador, operação que poderia ser efetivada dentro do próprio secador solar.

A fase industrial também necessita de pesquisas que busquem inovações tecnológicas para a extração, filtragem, destilação, clareamento, escamação e pulverização.

Seria desejável a realização de um estudo de demanda pelos produtos, em especial pó e cera, como forma de se medir o tamanho do mercado e o potencial de crescimento. Neste trabalho, tudo o que se colheu em campo sobre a atividade é estimativa, não havendo certeza quanto ao total realmente demandado, seja para exportação, seja para mercado interno.

É necessário estimular e apoiar a pesquisa tecnológica para novos usos: cosméticos, fármacos, emulsão etc. É fundamental que órgãos públicos articulem-se entre si e com universidades e indústrias, para trabalhar o desenvolvimento de tecnologia de novos produtos da cera de carnaúba, a fim de que isso desvie parte da produção exportada para o consumo interno, melhorando o preço da cera exportada. Existe a possibilidade de utilização da cera como uma "parafina natural", já que há tendência de redução na produção de parafina mineral. Outra aplicação possível seria na fabricação de plástico para a indústria alimentícia, já que o filme convencional derivado de petróleo pode ser responsável pela ocorrência de câncer intestinal.

A ampliação de trabalhos de pesquisa, com envolvimento dos órgãos responsáveis, que versem sobre tecnologias de seleção, propagação de espécies nativas e exóticas do gênero *Copernicia*, também é fundamental, bem como a realização de plantios ordenados e em consórcio com culturas agrícolas e pastagens, visando alcançar resultados que reflitam em aumento da produtividade futura, pelo fato de poder assegurar carnaubeiras mais vigorosas em sistemas ordenados e com espaçamento definido, cuja exploração compensasse os custos; as pesquisas poderiam também identificar novos produtos ou subprodutos da cera de carnaúba e melhorar geneticamente a palmeira, a fim de torná-la precoce, de menor porte e com mais copas, permitindo maior número de folhas, para melhorar a produtividade.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. O.; COÊLHO, J. D. **Extrativismo da carnaúba**: relações de produção, tecnologia e mercados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008.

BACHA, C. J. C. **Economia e política agrícola no Brasil**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

CASADIO, E. S. **Uma Avaliação da política de preços mínimos para a cera de carnaúba.** Coleção Análise e Pesquisa. Brasília: Ministério da Agricultura, 1980.

COASE, R.H. 1937. The nature of the firm. **Economica**, v. 4, 1937.

D'ALVA, O. A. **O extrativismo da carnaúba no Ceará**. Série BNB Teses e Dissertações, n.04. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Cera de carnaúba**: safra tem queda de 30%. Fortaleza, 28 dez. 2003.

DUQUE, J. G. **Solo e** água no polígono das secas. 6.ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

GOMES, J. M. A.; SANTOS, K. B.; CRESPO, M. de F. V.; SILVA, M. S. da. Gestão do agronegócio da cera de carnaúba: custos de produção, rentabilidade e lucratividade. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44, Fortaleza (CE), 2006. **Anais...**, Fortaleza, 2006. (CD-Rom).

HUDSON, H. Dutos são revestidos com esteira. **Tribuna do Norte**, Natal, 17 out. 2004. Caderno Tecnologia.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema Integrado de Recuperação Automática de Dados (SIDRA). **Produção da extração vegetal e silvicultura.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c =289ez=teo=18>. Acesso em: 20 jun. 2011.

IPECE. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Arranjo produtivo local de palha em Palhano**. Disponível em: <http://www.iplance. ce.gov.br/estudos_setoriais/ArranjosProdutivos>. Acesso em: 12 jan. 2005.

JOHNSON, D. A. **Carnaúba e seu papel como uma planta econômica**. Tradução de Fernando Bastos da Silveira e Pedro Guimarães Mariz Filho. Recife: Banco do Nordeste do Brasil-Etene, 1972.

MACHADO E CIA LTDA. **Produtos e aplicações**. Disponível em: <http://www.machado. com.br>. Acesso em: 21 jan. 2004.

MOREIRA, A. N; SILVA, F.P. da. **Melhoramento genético da carnaubeira**: situação atual e perspectiva. Fortaleza: UFC. Centro de Ciências Agrárias, 1974.

NETO, O. A. R. **Carnaubeira**. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/~paisagem/ plantas/carnaubeira.htm>. Acesso em: 19 fev. 2004.

NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge University Press, 1990.

O POVO. **Carnaubeira** – Palmeira é a árvore da vida. Fortaleza, 28 out. 2003. Caderno Ceará. Disponível em: <http://www.noolhar.com/opovo/ceara/410096.html>. Acesso em: 03 jan. 2005.

PONTES INDÚSTRIA DE CERA LTDA. **Aplicações para a cera de carnaúba**. Fortaleza, 21 mar. 2005. Disponível em: <http://www.pontes.ind.br/aplicacoes.asp>. Acesso em: 21 mar. 2005.

SAES, M. S. M. Organizações e instituições. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.) **Economia e gestão de negócios agroalimentare**s. São Paulo: Pioneira, 2000, Cap. 8, p. 165-186.

SNA. SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Cobertura morta melhora qualidade das frutas**. Artigos Técnicos, ano 102, n.

629, jun. 1999. Disponível em: <http://www.snagricultura.org.br/artigos/artitec-frutas06.htm>. Acesso em: 12 jan. 2005.

UFPI. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ. **Uso alternativo da energia solar na elevação do rendimento de pó cerífero de carnaúba.** Relatório técnico final Teresina (PI): UFPI/Centro de Ciências Agrárias (CCA), 2002.

WILLIAMSON, O. **The mechanisms of governance.** Oxford University Press, 1996.

ZYLBERSZTAJN, D. et al. **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000.

APÊNDICE A - INFORMAÇÕES UTILIZADAS COMO PARÂMETRO PARA A REALIZAÇÃO DOS CÁLCULOS DE ESTIMATIVA DOS CUSTOS E LUCRO LÍQUIDO NO PROCESSO PRODUTIVO DA CARNAÚBA (MÉDIAS OBSERVADAS EM CAMPO)

a) Quantidade de folhas (palhas) de carnaúba derrubadas por dia de trabalho de quatro vareiros = 40 milheiros de folhas;

b) Arrendamento = R$ 2,00/milheiro de folhas (neste caso, não se utilizou a média, mas o valor observado com maior freqüência);

c) Trabalhadores no corte e secagem:

i) considerando o pagamento em diárias:

- Vareiro = R$ 15,00;
- Aparador = R$ 12,50;
- Comboieiro = R$ 12,50;
- Lastreiro = R$ 12,50;
- Fiscal =R$ 11,50;

ii) considerando o pagamento com base em milheiros de palha:

- Vareiro = R$ 3,00
- Aparador/Enfiador = R$ 2,80;
- Ajuntador = R$ 0,50;
- Entregador + arrumador = R$ 2,00;
- Lastreiro = R$ 1,20;
- Comboieiro =R$ 1,10;

d) Alimentação para 10 animais que fazem o transporte das folhas (palhas) do campo ao lastro = 1,5 litros de milho/animal/dia; preço do milho = R$ 0,50/litro;

e) Custo de "bateção" = R$ 0,29/kg de pó batido: cerca de 20% (R$0,05) pago ao proprietário da máquina; cerca de 80% (R$0,24) pago ao res-

ponsável pela "bateção"; ou pagamento de R$ 2,00 pelo aluguel da máquina de bater;

f) Rendimento na "bateção" da palha na máquina: 7,5kg de pó/milheiro de palha;

g) Rendimento da palha em termos de tipo de pó: 20% pó olho; 80% pó palha;

h) Diárias dos trabalhadores na máquina de cortar palhas:

- Motorista/maquinista/chofer/mecânico = R$14,00;
- Empurrador = R$13,50;
- Feixeiro/encostador/carregador/palheiro = R$12,50;
- Baganeiro = R$13,50;

i) Saco para pó = 24 kg de pó/saco, ao preço de R$0,50/saco;

j) Barbante para fechar sacos = 200 sacos/rolo, ao preço de R$ 3,50/rolo;

k) Preços de venda do pó cerífero:

- Olho = R$5,00/kg;
- Palha = R$1,70/kg

l) Diária dos trabalhadores na fábrica artesanal:

- Prenseiro = R$12,50
- Fogueiro = R$12,50

m) Rendimento da cera de origem em relação ao pó:

- Pó olho: 80% de cera
- Pó palha: 60% de cera

n) Preço de venda da cera de origem:

- Cera branca = R$7,00
- Cera arenosa =R$2,80

o) Preço de venda da borra = R$0,40/kg;

p) Preço de venda da bagana = R$3,00/milheiro;

q) Juros sobre empréstimos (agiota) = 5%a.m., durante 5 meses;

r) Juros sobre empréstimos (BNB) = 0,53% a.m;

s) É realizado um corte/ano.