

Série BNB Teses e Dissertações Nº 34

Modelo interativo de viabilidade econômica de reflorestamento ciliar com benefício gerado pela venda de créditos de carbono

Estudos de caso da
Mata Atlântica alagoana



Alcides J. de A. Tenorio Junior



MODELO INTERATIVO DE
VIABILIDADE ECONÔMICA DE
REFLORESTAMENTO CILIAR COM
BENEFÍCIO GERADO PELA VENDA
DE CRÉDITOS DE CARBONO:
ESTUDOS DE CASO DA MATA ATLÂNTICA ALAGOANA

ALCIDES JERONIMO DE ALMEIDA TENORIO JUNIOR

MODELO INTERATIVO DE
VIABILIDADE ECONÔMICA DE
REFLORESTAMENTO CILIAR COM
BENEFÍCIO GERADO PELA VENDA
DE CRÉDITOS DE CARBONO:
ESTUDOS DE CASO DA MATA ATLÂNTICA ALAGOANA

Série BNB Teses e Dissertações

Nº 34

Fortaleza
Banco do Nordeste do Brasil
2012

Presidente

Jurandir Vieira Santiago

Diretores

Fernando Passos

Isidro Moraes de Siqueira

José Sydrião de Alencar Júnior

Luiz Carlos Everton de Farias

Paulo Sérgio Rebouças Ferraro

Stélio Gama Lyra Júnior

Conselho Editorial

José Sydrião de Alencar Júnior

Robério Gress do Vale

José Narciso Sobrinho

José Rubens Dutra Mota

Francisco das Chagas Farias Paiva

José Maurício de Lima da Silva

Paulo Dídimo Camurça Vieira

Allisson David de Oliveira Martins

Wellington Santos Demasceno

Fernando Luiz Emerenciano Viana

Jânia Maria Pinho Souza

Luciano Jany Feijão Ximenes

Maria Odete Alves

Francisco Raimundo Evangelista

Ademir Costa

**Escritório Técnico de Estudos
Econômicos do Nordeste – ETENE**

Superintendente: José Narciso Sobrinho

**Coordenador da Série BNB Teses
e Dissertações**

Maria Odete Alves

Ambiente de Comunicação Social

Gerente: José Maurício de Lima da Silva

Editor: Jornalista Ademir Costa

Normalização Bibliográfica: Erlanda Maria

Revisão Vernacular: Antônio Maltos

Diagramação: Kelly Cristina

Capa: Wendell Sá

Tiragem: 1.200 exemplares

Mais informações

SAC Banco do Nordeste / Ouvidoria

0800 728 3030

www.bnb.gov.br/faleconosco

Depósito Legal junto à Biblioteca Nacional, conforme Lei nº. 10.994,
de 14 de Dezembro de 2004.

T286m Tenorio Junior, Alcides Jeronimo de Almeida

Modelo interativo de viabilidade econômica de reflorestamento
ciliar com benefício gerado pela venda de créditos de carbono: estudos
de caso da Mata Atlântica Alagoana / Alcides Jerônimo de Almeida
Tenório Júnior. – Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012.

220 p. – (Série Teses e Dissertações, n. 34)

ISBN 978.85.7791.177-6

1. Créditos de carbono. 2. Reflorestamento. 3. Proteção ambiental.
4. Poluição do ar. 5. Aquecimento Global. 6. Desenvolvimento
regional – mata ciliar. I. Título. II. Série.

CDD: 665.89

Aos grandes que me acompanham

“Este mundo em que vivemos não nos foi dado por nossos pais e avós, mas sim emprestado por nossos filhos e netos”.

(Antigo provérbio africano)

AGRADECIMENTOS

A Deus, aos seres de luz, a meus pais e irmãos, meus maiores e mais profundos agradecimentos, pois fazem parte do meu começo, meio e fim.

À minha grande companheira, amiga e mulher. Fonte sublime de inspiração para minha jornada de evolução.

Ao meu orientador, pelo apoio, pela compreensão e por todas as oportunidades confiadas.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal), pelo apoio financeiro e, principalmente, por acreditar na ideia deste trabalho.

Aos meus familiares e amigos, principalmente os que influenciaram ativamente meu aprendizado durante esta passagem.

Aos demais professores do Pimes, que, direta ou indiretamente, ajudaram na consolidação dos conhecimentos.

Aos funcionários do Pimes, em especial a sua secretária, que sempre demonstrou ser um exemplo de profissionalismo e dedicação ao que faz.

Às secretárias da coordenação do curso, por todos estes meses de presteza.

À Procuradoria Geral da União no Estado de Alagoas, por toda ajuda e disponibilidade.

Aos amigos da Usina Coruripe, em especial à sua diretoria, sua bióloga e sua equipe técnica de irrigação, pela atenção, compreensão e disposição.

A um pequeno grande “amigo” presente em meu dia a dia, que assumiu um papel muito importante emprestando-me sua fiel companhia.

A todos... meus mais sinceros agradecimentos!

APRESENTAÇÃO

O estudo aborda um tema bastante em voga na atualidade: a questão ambiental e a geração de commodities baseadas em carbono. É facilmente justificável no âmbito das economias do século XXI, pois nada é mais imprescindível do que a concretização de um desenvolvimento econômico e sustentável, nada é mais importante do que um plano de produção capaz de gerar lucro e ao mesmo tempo preservar o meio ambiente. Analisando a evolução do sistema de produção agrícola humano, passando pela produção neolítica de subsistência e caminhando ao longo das eras até a consolidação da Revolução Verde, é justamente no momento atual que a humanidade se dá conta que produzir de forma sustentável é o fator-chave para preservar os ganhos de escala vislumbrados em seus diversos contextos econômicos. Tanto o solo quanto o meio ambiente, apesar de serem utilizados intensivamente, possuem eles mesmos limites, limites esses que devem ser respeitados. É justamente o desrespeito a esses limites que geram solos inférteis, salinizações precoces, desertificações, assoreamentos de rios, perda de quantidade e qualidade da água e, sobretudo, mudanças climáticas que podem se tornar irreversíveis.

O problema não se restringe somente ao setor agrícola, ele está também ligado ao setor industrial, que figura como o principal responsável pelas emissões de gases que provocam o efeito estufa, sobretudo entre os países desenvolvidos. Mas é justamente o desrespeito à natureza, em especial aos biomas mais ricos, como é o caso das zonas ripárias e matas ciliares, que pode trazer consequências locais gravíssimas para a ecologia e a sociedade. E é nesse contexto que entram em ação os mercados de crédito de carbono, que atualmente têm como maior expoente o Protocolo de Kyoto, com grifo especial para a participação de países em desenvolvimento no processo de redução e até mesmo eliminação dos gases que provocam o efeito estufa. Todos estes mercados, baseados em acordos ou contratos, acabam por instaurar agentes superavitários e deficitários por créditos de carbono, que podem ser negociados entre os países participantes, sejam desenvolvidos ou não. Cria-se, assim, um movimento de cooperação mundial capaz de pensar (desde que não atrapalhe seus objetivos individuais) conjuntamente no bem-estar humano e no desenvolvimento sustentável do planeta.

Mais do que belas palavras, este trabalho traz um profundo embasamento teórico, e aplicações práticas de métodos quantitativos apresentados pelo Painel Inter Governamental sobre Mudança do Clima (IPCC), metodologias consolidadas pelo Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), e publicações de diversos autores de referência, que podem ser aplicados em diversos contextos brasileiros. Ao propor um modelo de ampla aplicabilidade, o autor realiza testes voltados para a região da Mata Atlântica nordestina: um rio federal que nasce no estado de Pernambuco e deságua em terras alagoanas, e um grande lago de uma barragem utilizada para fins de irrigação do plantio da cana-de-açúcar.

É uma simulação rica, intrigante, capaz de identificar os custos e benefícios financeiros de reflorestamentos com a instauração de atividades de projeto de crédito de carbono que podem ser aplicadas em diversas situações e casos diferentes. Prova disto é a sua aplicação em outros projetos relevantes que envolvem análises a serem realizadas às margens do rio São Francisco, com o bioma ciliar da caatinga, em tempos de grandes questionamentos sobre a necessidade de sua revitalização.

Convido o leitor a apreciar esta obra. O contexto está bem fundamentado e os objetivos estão focados na problemática do meio ambiente e sua sustentabilidade. O texto é de fácil compreensão e aplicado a todo o público que manifeste interesse por se aprofundar nesta temática. Desejo a todos uma ótima leitura!

Emanoel de Souza Barros
PhD pela Université Paris 1 – Pantheon Sorbonne
Professor e Pesquisador – PPGCON/UFPE

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Partes Relacionadas no Anexo I da Convenção, Suas Subcategorias e Suas Respectivas Metas	35
Quadro 2 – Relação dos Documentos a serem Apresentados para Solicitação da Validação por parte da AND	58
Quadro 3 – Características do Ciclo de Vida dos Componentes Arbóreos dos Diferentes Grupos Sucessionais das Florestas Tropicais das Américas	65
Quadro 4 – Descrição dos Equipamentos Possivelmente Comprados	82
Quadro 5 – Descrição das Atividades de Implementação e Manutenção	84
Quadro 6 – Descrição das Variáveis dummy por Uso do Solo	86
Quadro 7 – Fases e Etapas de uma Atividade de Projeto de MDL	91
Quadro 8 – Matriz de Entrada das Áreas por Uso do Solo Anterior e Recente para Cada Estrato	99
Quadro 9 – Matriz de Taxa Anual de Mudança do Uso do Solo para Cada Estrato	100
Quadro 10 – Matriz de Diminuição e Crescimento das Áreas por Uso do Solo	101
Quadro 11 – Parâmetros Utilizados e suas Respectivas Fontes	120
Quadro 12 – Espécies Nativas da Região de Coruripe – AL, segundo seu Nome Vulgar	130
Quadro 13 – Entradas dos Equipamentos Possivelmente Comprados..	132
Quadro 14 – Entradas Diversas para os dois Estudos de Caso	133
Quadro 15 – Entradas Relacionadas ao Consumo de Combustíveis Fósseis (Estudo de Caso I)	137

Quadro 16 – Entradas Relacionadas ao Consumo de Combustíveis Fósseis (Estudo de Caso II)	138
Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)	203

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Projeções das Emissões; Cotas de Reduções; Excessos de Redução e de Emissões para os Países do Anexo B (TCO ₂ e).....	40
Tabela 2 – Matriz Comparativa dos Custos de Reflorestamento nas Simulações para Variações no Adensamento de Plantio, Frequência de Verificações e Certificações, e Existência ou não de Adubação (R\$ 1000)	142
Tabela 3 – Matriz Comparativa das Simulações da Receita Líquida do Projeto de MDL para Variações no Adensamento de Plantio, Frequência de Verificações e Certificações, e Existência ou não de Adubação (R\$ 1000)	143
Tabela 4 – Estimativa Geral dos Custos e Benefícios do Reflorestamento com Horizonte de 30 anos, para Simulações do Estudo de Caso I (R\$)	147
Tabela 5 – Variação Líquida do Estoque de C devido à Aplicação de Fertilizante NPK e Composto (Plantio não-Adensado)	149
Tabela 6 – Fluxo dos Custos (em Valor Presente) e da Receita para o Plantio 3,0m x 2,0m e Adubado, com Periodicidade de 3 anos (R\$).....	152
Tabela 7 – Estimativa Geral dos Custos e Benefícios do Reflorestamento com Horizonte de 30 anos, para o Estudo de Caso II (R\$).....	155
Tabela 8 – Custos de Transação, para um Horizonte de 30 anos (R\$).....	156

LISTA DE ABREVIATURAS

AND – Autoridade Nacional Designada (*Designate National Authority* – DNA, em inglês)

AVAs – Áreas Variáveis de Influência

CE – Comércio de Emissões (*Emissions Trading* – ET, em inglês)

CIMGC – Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

CO₂ – Dióxido de carbono

CO₂e – Unidade de carbono equivalente

COP – Conferência das Partes (*Conference of the Parties*, em inglês)

DCP – Documentos de Concepção de Projeto (*Project Development Document* – PDD, em inglês)

EITs – Países com a economia em transição (*Economies in Transition*, em inglês)

EOD – Entidade Operacional Designada (*Designated Operational Entity* – DOE, em inglês)

GEEs – Gases de Efeito Estufa

HA – *Hot-air*, em inglês

IC – Implementação Conjunta (*Joint Implementation* – JI, em inglês)

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (*International Panel on Climate Change*, em inglês)

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (*Clean Development Mechanism* – CDM, em inglês)

NAE – Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

RCEs – Reduções Certificadas de Emissão (*Certified Emission Reduction* – CER's, em inglês)

RMUs – Unidades de Remoção (*Removal Units*, em inglês)

UEAs – Unidades Equivalentes Atribuídas (*Assigned Amount Units – AAU's*, em inglês)

UN – Nações Unidas (*United Nations*, em inglês)

UNEP – *UN Environment Programme*, em inglês

UNFCCC – Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças do Clima (*UN Framework Convention on Climate Change*, em inglês)

UREs – Unidades de Redução de Emissões (*Emissions Reduction Units*, em inglês)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
CAPÍTULO 1 – AS MUDANÇAS NO CLIMA, O PROTOCOLO DE QUIOTO E OS PROJETOS DE MDL.....	27
1.1 – O Efeito Estufa e o Aquecimento Global	27
1.2 – A Ciência e a Evolução das Discussões sobre as Mudanças Climáticas	29
1.3 – O Brasil e sua Participação nas Negociações Internacionais.....	34
1.4 – O Protocolo de Quioto e o Mercado de Créditos de Carbono.....	34
1.5 – O MDL e as Reduções Certificadas de Emissão.....	43
1.6 – Os Conceitos do MDL.....	44
1.6.1 – Participação e requerimentos dos projetos.....	46
1.6.2 – Requisitos de Elegibilidade para Uso de RCEs.....	47
1.7 – O Ciclo de um Projeto de MDL	48
1.7.1 – Órgãos e entidades relacionados ao MDL	48
1.7.2 – Sistematização do ciclo de projeto	52
CAPÍTULO 2 – ASPECTOS TÉCNICO-AMBIENTAIS SOBRE MATAS CILIARES.....	61
2.1 – Aspectos Hidrológicos de Matas Ciliares.....	61
2.2 – Interação Direta com o Ecossistema Aquático	63
2.3 – Função sobre o Ecossistema Terrestre	63
2.4 – Heterogeneidade Florística das Matas Ciliares	64
CAPÍTULO 3 – TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES.....	67

3.1 – Atividades Recomendadas para Recuperação de Formações Ciliares	67
3.2 – Técnicas para a Implementação das Matas Ciliares.....	68
3.2.1 – Isolamento da Área	68
3.2.2 – Limpeza da área e preparo do solo	69
3.2.3 – Combate às formigas cortadeiras.....	70
3.2.4 – O Coveamento para as mudas.....	70
3.2.5 – Calagem e adubação.....	70
3.2.6 – O Plantio das mudas.....	71
3.2.7 – Manutenção do plantio	72
3.2.8 – Indicadores de avaliação e monitoramento.....	73
3.3 – Alguns Modelos de Plantio de Matas Ciliares.....	73
3.3.1 – Os Modelos sucessionais	74
CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DE CÁLCULO DO MODELO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	77
4.1 – Análise dos Custos de Reflorestamento	81
4.2 – Análise dos Custos e Receitas Geradas pela Atividade de Projeto de MDL	90
4.2.1 – Os Custos de transação	91
4.2.2 – A Receita proveniente das RCEs.....	95
4.2.2.1 – Estimativa da linha de base	97
4.2.2.2 – Estimativa do estoque de carbono no cenário de projeto	105
4.2.2.3 – Estimativa do vazamento/fuga de emissões por fontes (leakages)	118
4.3 – Entradas de Valores e Parâmetros no Modelo	119

4.4 – Observações Sobre o Modelo de Viabilidade Econômica.....	122
CAPÍTULO 5 – ESTUDOS DE CASO.....	125
5.1 – O Caso do Rio Mundaú-AL.....	125
5.1.1 – Definição das Áreas.....	126
5.1.2 – Entrada das espécies de mudas.....	126
5.1.3 – Entradas de parâmetros e outros valores.....	127
5.2 – O Caso do Reservatório Artificial do Rio Coruripe.....	129
5.2.1 – Definição das Áreas.....	129
5.2.2 – Entrada das espécies de mudas.....	129
5.2.3 – Entradas de parâmetros e outros valores.....	131
5.3 – Demais Entradas dos Estudos de Caso.....	132
5.4 – Limitações dos Estudos de Caso.....	139
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	141
6.1 – O Caso do Rio Mundaú-AL.....	141
6.2 – O Caso do Reservatório Artificial do Rio Coruripe.....	154
6.3 – Considerações sobre Outros Benefícios na Forma de Externalidades Positivas.....	157
CAPÍTULO 7 – CONCLUSÃO.....	161
REFERÊNCIAS.....	164
APÊNDICE.....	173
ANEXOS.....	201

Introdução

Muitas décadas se passaram desde a revolução industrial para que a humanidade tomasse conta de um reflexo automático da natureza ao grande volume de Gases que Provocam o Efeito Estufa (GEEs¹), emitidos por atividades antrópicas desde então.

Com o acúmulo destes gases na atmosfera, o efeito estufa, tão importante para a vida no planeta, passa a se tornar um grande problema, pois começa a existir um desequilíbrio entre as trocas térmicas da Terra e do sistema solar (NAE(A), 2005).

O resultado disso para o cotidiano das pessoas pode ser muito variado e depende principalmente da localização geográfica e da atividade exercida por cada um. Mas existe o consenso de que o somatório dos prejuízos para toda a sociedade pode ser incalculável. Diante deste quadro, a comunidade civil passa a enxergar melhor o que cientistas já percebiam há décadas, só conseguindo difundir com mais amplitude de alguns anos para cá.

Assim, ações mitigadoras e de adaptação ao problema vêm sendo tomadas com ênfase cada vez maior. Empresas e governos se sensibilizam, mercados para nova *commodity* “crédito de carbono²” são criados, e bolsas de valores passam a concentrar boa parte desses negócios.

1 GEEs: Gases que provocam o efeito estufa. São formados por carbono e têm poderes de acumulação de calor diferentes, assim são tabelados por número de carbono equivalente, tendo como base o CO₂. Ver Stowell, 2005, página 5, box 1.1.

2 Já existiam acordos que regiam e bolsas que negociavam esta *commodity*, porém não eram tão conhecidos do grande público até as negociações de Quioto.

Dentre as ações mitigadoras do aquecimento, existem algumas normas pertencentes a um acordo ratificado entre diversos países do globo, denominado Protocolo de Quioto, que estabeleceram um limite de emissões para os países desenvolvidos (listados no Anexo I do Protocolo) no período de compromisso de 2008 a 2012, criando assim uma demanda por reduções (ou absorções) de GEEs que deverá ser suprida com alguns mecanismos compostos por atividades mitigadoras baseadas ou não em projetos. Assim, é criado mais um grande mercado mundial de créditos de carbono e, desta vez, fortemente fundamentado em regras mais rígidas e claras.

Dentre estes mecanismos, figura o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), implementado através de uma proposta brasileira, o qual permite a participação de países em desenvolvimento (Não-Anexo I) na execução de projetos de mitigação em seus territórios, gerando divisas, contribuindo para a finalidade do Protocolo (mitigação) e ajudando no desenvolvimento sustentável local destes.

Uma das áreas de atividade de projeto de MDL é a florestal. Ainda vista com ressalva, devido à complexidade regulatória, à dificuldade de se precisar a quantidade de carbono absorvida e demonstrar sua adicionalidade, e ao *status* de estoque de carbono temporário³ (THE WORLD BANK, 2007; NAE (B), 2005). Porém, possui seus demandantes de créditos, como, por exemplo, o Banco Mundial, os quais entendem ser uma atividade muito importante para a sustentabilidade ambiental.

Assim, mais do que um fator financeiro, a busca pela realização de atividades de projetos na área florestal é uma forma de agir para o “retrocessos”, e não apenas a “mitigação”, dos níveis de GEEs na atmosfera, além de ajudar na recuperação local de áreas historicamente degradadas. Neste intuito, o mercado de Quioto poderia servir como um financiador parcial de atividades florestais, em especial aquelas que envolvam reflorestamentos baseados em espécies nativas de cada região.

Diante deste quadro, uma hipótese pode ser construída: a de que a receita com RCEs de um projeto de MDL como este possa pelo menos financiá-lo e, talvez, ajudar a financiar parte dos custos totais de reflorestamento, ao transcender o valor total dos custos do próprio projeto de MDL.

³ Pois entende-se que, após o período de monitoramento do projeto de MDL, não há garantias de que o estoque de carbono será mantido.

Para especificar um pouco mais a análise, visto que as características geográficas e bióticas podem ser muito variadas, buscou-se analisar um tipo de reflorestamento específico e, assim, um Modelo Interativo de Análise da Viabilidade Econômica para projetos de MDL em reflorestamentos de matas ciliares (na Mata Atlântica do Nordeste brasileiro) é proposto pelo autor, neste trabalho, e testado em dois estudos de caso distintos.

Para tanto, além dos objetivos e da justificativa do estudo que fazem parte deste capítulo de introdução, este trabalho faz uma revisão sobre aspectos teóricos e técnicos relacionados ao aquecimento global e o Protocolo de Quioto (Capítulo II); aspectos técnicos, ambientais e bióticos das matas ciliares (Capítulo III); as técnicas utilizadas para recuperação deste tipo de vegetação (Capítulo IV); a metodologia de cálculo utilizada no modelo interativo de viabilidade econômica, juntamente com algumas premissas assumidas e limitações do modelo (Capítulo V); a apresentação dos estudos de caso realizados (Capítulo VI); uma análise dos resultados obtidos, bem como a observância de benefícios sociais na forma de externalidades positivas (Capítulo VII) e, finalmente, a conclusão do trabalho, além dos anexos, do apêndice e de um CD contendo o modelo proposto em planilhas eletrônicas, as simulações realizadas nestas planilhas e, finalmente, os mapas dos estudos de caso.

Objetivo Geral

Desenvolver e testar um modelo interativo de viabilidade econômica para a análise de reflorestamentos de matas ciliares com a introdução do benefício financeiro gerado pela venda de RCEs no mercado do Protocolo de Quioto.

Específicos

- Dissertar sobre a criação do mercado de créditos de carbono gerado a partir da ratificação do Protocolo de Quioto;
- Discorrer sobre o funcionamento do mecanismo de desenvolvimento limpo e seus custos de transação⁴ associados;
- Valorar os custos de transação;

⁴ Custos associados a cada etapa de concepção, desenvolvimento e implementação de uma atividade de projeto de MDL. Até a emissão definitiva das RCEs.

- Simular a estimativa da variação do estoque de carbono (medido em t CO₂e) em áreas sujeitas a atividades de reflorestamento e que atendam os requisitos exigidos para ser um projeto elegível pelo Protocolo;
- Valorar esta variação de estoque de carbono;
- Considerar aspectos técnicos e bióticos da implementação e manutenção de plantios de matas ciliares e levantar a importância destas para a sociedade e o meio ambiente, locais;
- Valorar tanto os equipamentos necessários para o plantio quanto as fases de implementação e manutenção das áreas;
- Agregar estas informações em um modelo em “.xls” que possa funcionar automaticamente, para que seja possível realizar simulações sobre a viabilidade econômica destes plantios, alterando-se quaisquer valores das variáveis e/ou parâmetros de entrada;
- Discorrer sobre possíveis benefícios (marginais) externos, na forma de externalidades positivas, que possam justificar as atividades de reflorestamento ciliar por parte de empresas/órgãos, mesmo estas se mostrando financeiramente (de forma contábil) dispendiosas.
- Propor possíveis melhorias para ele.

Justificativa

Embora seja conhecido que atividades de florestamento e reflorestamento de grandes áreas com espécies de rápido crescimento apresentam custos competitivos como ferramenta mitigadora de GEEs (THE WORLD BANK, 2007), pouco se sabe sobre o reflorestamento de matas nativas, em especial de espécies da Mata Atlântica. Provavelmente não pode ser completamente viabilizado pela implementação de um projeto de MDL e sua consequente venda de créditos de carbono, mas existe a possibilidade de que a receita líquida do projeto de MDL em si seja positiva. Ou seja, que as receitas da venda de RCEs possam ser maiores que os custos de transação deste tipo de projeto.

Isso poderia reduzir os custos de um reflorestamento já programado, ou até servir como um impulsionador destas atividades por parte do po-

der público, por ONGs ou até por empresas que adotem este tipo de ação ambiental em seu planejamento de gestão. O que está de acordo com um dos princípios mais importantes do MDL: a adicionalidade, tratando da propriedade que o projeto de MDL deve assumir ao tornar-se um fator importante na tomada de decisão, do ponto de vista da redução/remoção de emissões para a realização da atividade (de reflorestamento, neste caso).

Uma outra característica que o projeto de MDL deve ter é a de fomentar o desenvolvimento local sustentável dos países em desenvolvimento (hospedeiros de projetos). Partindo deste ponto de vista, *The World Bank* (2007) afirma que os florestamentos/reflorestamentos constituem uma das atividades atribuíveis ao MDL que mais geram ganhos socioambientais locais. Se observados todos os ganhos ambientais relatados nas obras de Martins (2001) e Rodrigues e Leitão Filho (2004), é possível entender que o reflorestamento de matas ciliares pode ser ainda mais benéfico, pois as matas ciliares ajudam a melhorar a qualidade e quantidade da água dos rios, diminuem processos erosivos, contribuem com o equilíbrio e o desenvolvimento das faunas aquática e terrestre etc., além das possíveis externalidades positivas, mostradas na forma de benefícios externos por Donaire (1999), Andrade, Tachizawa e Carvalho (2002), que podem ser gerados tanto para o próprio autor do reflorestamento (empresa, órgão ou entidade) quanto para o restante da sociedade.

Assim, este estudo pode ser justificado como uma forma de procurar entender melhor esta questão e, quem sabe, de servir como mais uma ferramenta para uma possível tomada de decisão.

Capítulo 1

AS MUDANÇAS NO CLIMA, O PROTOCOLO DE QUIOTO E OS PROJETOS DE MDL

1.1 – O Efeito Estufa e o Aquecimento Global

Nos últimos anos, a sociedade de todo o planeta passa por um processo lento, porém contínuo, de amadurecimento com relação às questões ambientais. Provavelmente, devido à atual sensação, cada vez mais intensa, de que os recursos naturais realmente são escassos. Isso ocorreu historicamente com a mineração, a obtenção de madeiras nobres, a degradação da camada de ozônio (O₃), o uso irracional, ou pelo menos indevido, das fontes de água potável. Porém, nem um destes temas tem tomado tanto a atenção de todos quanto o aquecimento global. É claro que existem inter-relações entre eles, porém este último pode trazer consequências muito indesejáveis para todo o planeta.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) em seu *Third Assessment Report* (2001), a temperatura média global à superfície elevou-se aproximadamente 0,7°C no século passado, com maior ênfase a partir dos anos 60. Constatou-se também que, da década de 90 aos dias de hoje, os anos mais quentes da história vêm-se sucedendo.

Para entender este fenômeno, torna-se importante a compreensão das relações existentes entre o sol e o sistema climático terrestre, que revelam um complexo conjunto de relações climáticas fundamentais para a vida no planeta. Em resumo, a energia solar dirigida para a Terra entra

em sua atmosfera na forma de radiação de ondas curtas, das quais parte é refletida pela própria atmosfera. Do restante, que é refratado, uma fração é absorvida na forma de energia térmica pela superfície terrestre, e parte é refletida na forma de radiação infravermelha de ondas longas e, assim, durante este retorno, são absorvidas pela própria atmosfera, também na forma de energia térmica (uma última fração consegue ser refratada e devolvida ao sistema solar). Os agentes causadores da absorção energética do que é refletido pela superfície do planeta são os Gases de Efeito Estufa (GEEs), dos quais destacam-se o vapor d'água, o dióxido de carbono, ozônio, metano, óxido nitroso, os halocarbonetos e outros gases industriais (CFCs, HFCs e PFCs). Com exceção destes últimos, todos ocorrem naturalmente na atmosfera terrestre, porém podem ter sua incidência alterada também pelas atividades humanas.

O sistema climático, portanto, requer um balanço, ou seja, a energia que entra no sistema também deve sair. Este balanço é mantido graças às fontes que emitem os GEEs e aos sumidouros (*sinks*, em inglês) que sequestram ou estocam naturalmente (como as plantas e os oceanos) o carbono que esses gases constituem.

Nos estudos do IPCC (2001 apud STOWELL, 2005), é mostrado também que o tempo e o clima estão fortemente conectados e coexistem em um ambiente de mudança constante. Eles variam a depender da localidade, estação do ano e com o passar do tempo. Assim, por definição, quando existem mudanças significativas de longo prazo (décadas, por exemplo) no estado médio do clima, como o aquecimento global, entende-se este fato como uma mudança climática. Estas mudanças podem ser tanto provocadas por aspectos naturais, tais como o lançamento de aerossóis na atmosfera devido a precipitações vulcânicas, quanto por ações antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis, as mudanças no uso da terra, os desmatamentos, entre outros.

Atualmente, existe um razoável consenso de que este efeito de aquecimento vem sendo causado principalmente pelas emissões antrópicas de GEEs,⁵ como vêm demonstrando os estudos realizados pelo próprio IPCC, que buscam sistematizar o conhecimento científico existente sobre o sis-

⁵ O aquecimento também é provocado, em parte, pela emissão de aerossóis e o aumento dos buracos na camada de ozônio.

tema climático e a forma como este responde ao aumento das emissões destes gases.

Baseado nisto, Stowell (2005) diz que, desde a revolução industrial, o balanço climático vem sendo “quebrado” graças ao drástico aumento das emissões de dióxido de carbono (pela queima de combustíveis fósseis e desflorestamento), metano (primariamente, advindo das atividades agrícolas e de uso da terra – valendo citar também a decomposição anaeróbica de resíduos sólidos orgânicos), óxido nitroso (pela agricultura e mudanças no uso da terra), ozônio (gerado pela fumaça da exaustão de automóveis) e pela emissão de gases industriais.

Este excesso de GEEs na atmosfera funciona como um “cobertor espesso” que evita a dissipação natural de parte da energia solar que deveria retornar ao espaço. Ou seja, o efeito estufa, tão importante para a vida terrestre, passa a desequilibrar-se, aquecendo indevidamente toda a atmosfera.

Vale lembrar que outras consequências, devido às recentes mudanças climáticas, também podem ser listadas, tais como a maior intensidade de eventos climáticos extremos, alterações nos regimes de chuva, perturbações nas correntes marinhas, retração de geleiras e elevação do nível dos oceanos (NAE, 2005A).

Portanto, a menos que ações globais de mitigação do aumento do estoque de GEEs na atmosfera sejam efetivamente implementadas nas próximas décadas, ocorrerão mudanças climáticas ainda mais significativas, ao passo que a demanda energética futura dos países (em especial aqueles em processo de desenvolvimento) continuem a aumentar. Para se ter uma ideia, o Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE) da Presidência da República afirma que é estimado um aumento das temperaturas médias globais entre 1,4 e 5,8°C, acompanhado por grandes modificações do ciclo hidrológico em todo o planeta (NAE, 2005A).

1.2 – A Ciência e a Evolução das Discussões sobre as Mudanças Climáticas

O efeito estufa foi descoberto em 1896 pelo sueco Svante Arrhenius, porém sua relação com as mudanças climáticas através do aumento de GEEs na atmosfera se deu a partir de 1952, quando o então Conselho Internacional das Associações Científicas decide estabelecer o Ano Ge-

ofísico Internacional (IGY), com a participação coordenada de cientistas de todo o mundo sobre fenômenos geofísicos. De meados de 1957 ao final do ano seguinte, cientistas de 67 países participaram de atividades relacionadas ao tema, incluindo pela primeira vez o monitoramento contínuo de dióxido de carbono (CO₂) e, assim, constatou-se um acréscimo da concentração deste gás. Porém, apenas a partir dos anos 90, com a utilização de técnicas e computadores mais avançados, os cientistas conseguiram um melhor entendimento das interações entre o clima e os GEEs (STOWELL, 2005).

Nos anos 70, foi estabelecido o Programa sobre Meio ambiente das Nações Unidas (*UN Environment Programme – UNEP*), com o propósito de liderar e encorajar parceiros interessados no meio ambiente para, deste modo, inspirar, informar e habilitar as pessoas e as nações a procurarem seu bem-estar, observando também o das futuras gerações. Logo após, a Organização Mundial de Meteorologia (*World Meteorological Organization – WMO*) e a UNEP passaram a chamar a atenção dos formadores de políticas ambientais sobre as mudanças do clima e, assim, organizaram várias conferências de nível científico e ministerial até o fim dos anos 80, quando um volume muito grande de atividades começou a surgir em toda a comunidade internacional, precedendo o que viria a ser o processo de negociação da Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças do Clima (*UN Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*).

Até este momento, a mudança do clima era tida como um assunto científico e relacionado também a instituições não-governamentais. Porém, com o crescimento do consenso de que estas mudanças poderiam levar a graves problemas ambientais, passou-se a chamar a atenção dos formadores de políticas e seus respectivos governos para o problema. Em 1987, eles foram convidados pela comunidade científica para participar de processos de mitigação que visavam limitar o aumento da temperatura média global em 1°C por século (primeira e segunda Conferências de Villach). Um ano depois, o governo do Canadá reuniu a “Conferência Internacional para Mudanças no Meio ambiente: Implicações para a Segurança Global” em Toronto, o que representou um primeiro chamado para ações mitigadoras por parte de governos e indústrias.

Durante os anos 80, as Nações Unidas (*United Nations – UN*) aumentaram ainda mais o foco sobre as questões ambientais e criaram, em 1983, a Comissão Mundial sobre Meio ambiente e Desenvolvimento, que resul-

tou no “Relatório de Brundtland”, onde são colocadas importantes noções sobre o desenvolvimento sustentável da sociedade. No ano seguinte, a ONU (UNO, em inglês) realizaria uma Assembleia Geral onde as mudanças do clima foram colocadas como um “consenso comum para a humanidade” e se apoiou a criação do IPCC (pelo WMO e a UNEP), que propõe o desenvolvimento de avaliações científicas coordenadas sobre mudanças do clima, assim como a indicação de possíveis responsáveis. Seus membros são cientistas climáticos, economistas, especialistas em risco e formadores de políticas, compreendendo o principal corpo científico sobre esta temática. Esta instituição não compreende pesquisas próprias, mas, sim, baseia suas análises em publicações e literaturas técnico-científicas.

Suas publicações mais importantes são relatórios desenvolvidos aproximadamente de cinco em cinco anos e, recentemente, apresentou seu quarto relatório, denominado IPCC *Fourth Assessment Report “Climate Change 2007”* (AR4). Este relatório, através dos seus três grupos de trabalho (I - *The Physical Science Basis*; II - *Impacts, Adaptation and Vulnerability*; e III - *Mitigation of Climate Change*), procura prover uma avaliação compreensiva do conhecimento atual sobre mudança do clima e pode ser dividido em seis tópicos principais: as mudanças observadas no clima e seus efeitos; as causas das mudanças; as mudanças do clima e seu impacto sobre o curto e o longo prazo em diferentes cenários; opções de adaptação e mitigação e suas responsabilidades e os inter-relacionamentos com o desenvolvimento sustentável, nos níveis global e regional; as perspectivas de longo prazo: aspectos científicos e sócioeconômicos relevantes para a adaptação e mitigação, consistentes com os objetivos e provisões da convenção e no contexto do desenvolvimento sustentável; as descobertas consistentes e incertezas-chave.

Tanto Stowell (2005) quanto NAE(A) (2005) entendem que, a partir dos anos 90, em especial 1992, quando foi criada finalmente a UNFCCC (resultado mais marcante da Conferência do Rio), foi aberta uma nova etapa na percepção de toda a sociedade civil da relevância das negociações internacionais como instrumento de consolidação de conceitos e princípios que podem ter reflexos diretos sobre o dia a dia da população mundial, consagrando, assim, o conceito de desenvolvimento sustentável. O encontro contribuiu também para uma conscientização mais ampla de que os danos até então causados ao meio ambiente haviam sido, majoritariamente, provocados pelos países desenvolvidos e que os países em

desenvolvimento deveriam receber apoio técnico e financeiro para avançarem na direção do desenvolvimento sustentável. Crescem, assim, ideias como as do princípio das responsabilidades comuns, mas diferenciadas.

Assim, passa a ficar latente a participação da questão ambiental como um grande tema global, ao mesmo tempo que se percebeu o alto grau de complexidade que o tema tomou no decorrer das últimas décadas. O que era dado inicialmente como um debate limitado, em vista dos seus requisitos técnico-científicos, passa a ganhar um contexto bem mais amplo, com importantes ramificações nas áreas política, econômica e social.

A Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável, em Joanesburgo (Terceira Conferência Ambiental das Nações Unidas), foi convocada dez anos mais tarde para estabelecer um plano de implementação que acelerasse e fortalecesse os princípios aprovados no Rio de Janeiro. Lá, foram confirmados os prognósticos da segunda conferência quanto às dificuldades de implementação das recomendações de 1992. Porém, perceberam-se também as relações cada vez mais estreitas entre as agendas globais de comércio, financiamento e meio ambiente. Isso pode ser verificado também pelo fato de esta conferência ter sido realizada pouco tempo após a 4ª Conferência Ministerial da Organização Mundial de Comércio, mais conhecida como Rodada Doha, e a Conferência Internacional das Nações Unidas para o Financiamento do Desenvolvimento, em Monterrey. Estas três conferências passaram a ser vistas como importantes etapas para o fortalecimento da cooperação entre os Estados.

A partir da formação da UNFCCC, que, desde 1990, passou a ter seus processos de negociação sob a égide da Assembleia Geral das Nações Unidas, com a criação de um comitê intergovernamental negociador. Deste modo, a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima tornou-se, provavelmente, o documento internacional mais debatido das últimas décadas, não só pelas divergências Norte-Sul existentes mas, sobretudo, pelo impasse persistido até novembro de 2004, sobre a entrada em vigor do Protocolo adotado na 3ª Reunião das Partes da UNFCCC, em Quioto (1997).

Assim, as negociações ambientais sobre o clima, a respeito do que acontecera anteriormente com as negociações sobre a questão ambiental da camada e ozônio, passaram de uma convenção-quadro, com princí-

pios básicos e compromissos vagos, a um protocolo onde são especificadas metas de emissões e, conseqüentemente, compromissos internacionais nas áreas financeira e de transferência de tecnologia.

Isso ocasionou, evidentemente, divergências no processo de negociação, pois, como afirma Gutierrez (1998), um acordo internacional deste porte teria que assegurar a participação de países muito distintos sob todos os aspectos, ser eficaz do ponto de vista ambiental, traduzindo a necessidade de se criarem incentivos adequados para a adoção de tecnologias menos poluidoras, além de promover a disponibilização de recursos que tornem possível essa adoção. Deveria também ser suficientemente consistente para que se mantivesse ao longo do tempo, evitando renegociações muito periódicas e ser flexível o suficiente para se adaptar às novidades científicas que, por sua vez, pudessem demandar sua reformulação.

Gutierrez (1998) ainda completa sua análise sobre as equidades das negociações no âmbito das questões climáticas e do protocolo afirmando que os países desenvolvidos, responsáveis pela maior parte das emissões no passado, devem ter maior responsabilidade no esforço de redução dos gases. Já aqueles países em desenvolvimento, que pouco emitiram no passado e cujas emissões *per capita* ainda se encontram em níveis bastante inferiores aos dos países desenvolvidos, não deveriam ser expostos inicialmente a custos de ajustamentos excessivos que pudessem colocar em risco seus processos de desenvolvimento. Por outro lado, havendo a necessidade da implantação de medidas de custo elevado, torna-se necessário que se criem mecanismos de transferência de recursos pelo princípio de equidade. Porém, não se pode negligenciar o fato de que esses países, num futuro não muito distante, serão cada vez mais responsáveis por proporções ainda mais elevadas das emissões totais do mundo e, assim, deveriam também participar de forma ativa na redução das suas emissões numa perspectiva de médio e longo prazo.

Mesmo diante de todas estas considerações de equidade utilizadas nos processos de negociação, alguns países, inclusive os Estados Unidos (o maior emissor mundial de GEEs), consideraram que os objetivos e metas deste protocolo poderiam prejudicar o seu desenvolvimento e, graças a esse “boicote”, a sua ratificação definitiva só viria a se dar após a entrada da Rússia de Vladimir Putin, em 18 de novembro de 2004, quando, como previsto na convenção de Quioto, um total superior a 55% da soma das

emissões (referentes a 1990) das “Partes contidas no Anexo I” da convenção-quadro passaram a aceitar seus termos (SCHRODER, 2001).

1.3 – O Brasil e sua Participação nas Negociações Internacionais

Segundo NAE (A) (2005), o Brasil, tido como país bastante atuante dentro do sistema das Nações Unidas, ocupou posição de grande importância nas discussões sobre o meio ambiente desde o início do processo. Apesar das diferentes condicionantes internas, regionais e internacionais que marcaram os momentos em que se realizaram estas conferências sobre meio ambiente, o país sempre obteve, a partir de suas posições, um papel reconhecido de liderança, mesmo quando polêmico. Os interesses, muitas vezes contraditórios, existentes dentro do país, podem explicar em parte o forte engajamento que ele apresentou com relação à grande maioria dos temas tratados. Pois, muitas vezes, tais interesses são direta ou indiretamente afetados pela agenda ambiental internacional, uma vez que se trata de uma nação de grandes dimensões geográfica e populacional, possui muitas riquezas naturais e apresenta desigualdades econômico-sociais bastante acentuadas.

1.4 – O Protocolo de Quioto e o Mercado de Créditos de Carbono

NAE (2005B) lembra que a Convenção-Quadro das Nações Unidas (UNFCCC) possui como órgão supremo, a Conferência das Partes (*Conference of the Parties* – COP), composta pelos países signatários,⁶ e que se reúnem anualmente para operacionalizar a convenção. A sua primeira reunião ocorreu em Berlim (1995) e, mais de dez anos depois, em 1997, sua terceira reunião, denominada COP 3, foi realizada em Quioto. Nessa ocasião, foi adotado o Protocolo de Quioto, pelo qual os países contidos no Anexo I⁷ da Convenção passam a ter, finalmente, metas concretas de redução de suas emissões de GEEs. Em média, essas reduções devem garantir um montante emitido, entre os anos de 2008 a 2012, em 5,2% inferior àquele registrado em 1990. O Quadro 1 mostra todas as partes

⁶ Mais de 180 países que, desde 21 de março de 1994, assinaram a convenção quando esta entrou em vigor.

⁷ Deriva o anexo B do protocolo.

contidas nesse anexo, suas respectivas subcategorias e suas metas de redução no período de comprometimento (08 a 12).

Partes (nações)	Subcategorias	Cotas com ano base 1990 (%)
Alemanha	Anexo II	-8 (-21)
Austrália	Anexo II	+8
Áustria	Anexo II	-8 (-13)
Bélgica	Anexo II	-8 (-7,5)
Bielorrússia	EIT	*
Bulgária	EIT	-8
Canadá	Anexo II	-6
Comunidade Europeia	Anexo II	-8
Croácia	Anexo II	-5
Dinamarca	Anexo II	-8 (-21)
Eslováquia	EIT	-8
Eslovênia	EIT	-8
Espanha	Anexo II	-8 (+15)
Estônia	EIT	-8
EUA	Anexo II	-7
Finlândia	Anexo II	-8 (0)
França	Anexo II	-8 (0)
Grécia	Anexo II	-8 (+25)
Holanda	Anexo II	-8 (-6)
Hungria	EIT	-6
Irlanda	Anexo II	-8 (+13)
Islândia	Anexo II	+10
Itália	Anexo II	-8 (-6,5)

Quadro 1 – Partes Relacionadas no Anexo I da Convenção, Suas Subcategorias e Suas Respectivas Metas

Continua

Partes (nações)	Subcategorias	Cotas com ano base 1990 (%)
Japão	Anexo II	-6
Latvia	EIT	-8
Liechtenstein	-	-8
Lituânia	EIT	-8
Luxemburgo	Anexo II	-8 (-28)
Mônaco	-	-8
Noruega	Anexo II	+1
Nova Zelândia	Anexo II	0
Polônia	EIT	-6
Portugal	Anexo II	-8 (+27)
Reino Unido	Anexo II	-8 (-12,5)
República Checa	EIT	-8
Romênia	EIT	-8
Rússia	EIT	0
Suécia	Anexo II	-8 (+4)
Suíça	Anexo II	-8
Turquia	“Caso especial”	*
Ucrânia	EIT	0

Quadro 1 – Partes Relacionadas no Anexo I da Convenção, suas Subcategorias e suas Respectivas Metas

Fonte: Baumert et al., 2002.

Notas: As metas representam a porcentagem de redução das emissões durante o primeiro período de comprometimento (2008-2012), relativas às emissões de 1990. As metas em parênteses representam os valores individuais, enquanto o valor de -8% representa a meta média da União Europeia (European Union - EU), que foi redistribuída em 1998 pelo Conselho Ministerial de Desenvolvimento da EU.

* Bielorrússia e Turquia, apesar de estarem no Anexo I, não apresentam metas listadas no Anexo B do Protocolo de Quioto, quando da sua adoção.

Até o momento, as partes inclusas no Anexo I da Convenção-Quadro das Nações Unidas consistem em 24 países desenvolvidos que, na data da adoção da convenção, eram membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico⁸ (*Organization for Economic*

⁸ O fato de as partes contidas no Anexo II da convenção e, portanto, de elas serem consideradas como nações desenvolvidas no Anexo I, não demonstra uma relação tão rígida com sua participação na

Cooperation and Development – OECD) e, portanto, listados no Anexo II da Conferência, além dos membros da Comunidade Europeia Liechtenstein e Mônaco, e 14 “países com a economia em transição” (*Economies In Transition* – EITs), que são as nações mais industrializadas da antiga União Soviética e da Europa Oriental (sob os quais não existem metas muito rígidas de redução) – (BAUMERT et al., 2002).

Fica claro que, uma vez geradas estas restrições de emissões, alguns meios para que essas metas sejam cumpridas devem ser criados. Pensando nisto, o protocolo estabelece, como comentam NAE(B) (2005) e Halnaes (2001), três artigos baseados em mecanismos os quais apresentam funções específicas (desenvolvimento local sustentável e/ou investimentos em países em desenvolvimento, no caso do MDL), porém servindo ao mesmo propósito: ajudar os países do Anexo B do Protocolo (derivado do Anexo I da Convenção⁹) a alcançarem suas metas de redução a custos marginais mais eficientes, mesmo que em outros territórios.

O Artigo 17, “Comércio de Emissões – CE” (*Emissions Trading* – ET), cria um sistema global de compra e venda de reduções de emissões de carbono. Baseando-se no esquema de mercado *cap-and-trade* (já utilizado nos EUA para redução do dióxido de enxofre) onde são distribuídas cotas (ou permissões de emissão) que podem ser comercializadas. Assim, os países ou empresas que conseguirem reduzir suas emissões em níveis mais baixos que suas cotas predeterminadas poderão vender “permissões” no total das emissões evitadas. No caso do CE, estas permissões denominam-se “Unidades Equivalentes Atribuídas” – UEAs (*Assigned Amount Units* – AAUs) e podem ser transacionadas sobre regras específicas.

Já o Artigo 6, denominado “Implementação Conjunta – IC” (*Joint Implementation* - JI), foi criado para facilitar a cooperação de redução de emissões de GEEs em projetos que envolvam os países do Anexo I. Este mecanismo permite que países que têm dificuldades de atingir suas metas possam adquirir Unidades de Redução de Emissões – ERUs (sigla em inglês para *Emissions Reduction Units*) e/ou Unidades de Remoção – RMUs

OECD, pois a Turquia é um membro desta, porém não é considerada como um país desenvolvido, além de ter um histórico de emissões relativamente baixo. Enquanto, por exemplo, a Coreia do Sul e o México, que passaram a ser membros da OECD em 1992, não fazem parte do Anexo I da convenção (BAUMERT et al., 2002, p. 34).

9 Com exceção da Bielorrússia e da Turquia, que não adquiriram metas para este primeiro período de comprometimento.

(sigla em inglês para *Removel Units*) resultantes de projetos de diminuição de emissões e de remoção (ou sumidouros), respectivamente.

Por fim, o Artigo 12, chamado “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL” (*Clean Development Mechanism – CDM*) tem um escopo mais amplo e visa facilitar a cooperação dos projetos de redução de emissões de GEEs que assistem países em desenvolvimento, buscando promover o seu desenvolvimento sustentável. Estes projetos podem ser executados através de cooperações entre os países que possuem obrigação de reduzir suas emissões e os demais países que não possuem tal obrigação, geralmente, os países em desenvolvimento (não-constantemente no Anexo B do protocolo, ou Anexo I da Convenção). Desta forma, os países que possuem metas e não conseguirem (ou não quiserem, dentro de algumas regras estabelecidas) atingi-las poderão adquirir Reduções Certificadas de Emissão – RCEs (*Certified Emission Reduction – CERs*) geradas nos países em desenvolvimento, ou financiar os projetos geradores daquelas. Portanto, o MDL é o mecanismo que se aplica ao Brasil.

Segundo o NAE(B) (2005), os principais projetos que podem gerar estes certificados do tipo RCE são: os projetos de eficiência energética; de substituição de combustíveis e de energias renováveis; aqueles relacionados à melhoria dos processos produtivos; projetos de aterros e esgotamento sanitário; e, finalmente, os relacionados ao uso do solo, além dos florestais.

Deve-se fazer uma observação quanto à existência dos Hot Airs (HA), os quais seriam um provável excedente de reduções de emissões que os países do centro e leste da Europa, a Rússia e os demais países da antiga União Soviética (FSU) terão durante o período de comprometimento. Este excedente pode ser explicado pelo colapso econômico destas nações, além do fato de não terem metas mais rígidas de reduções. Sabe-se que, para estes países, as emissões atuais são bem mais baixas que suas metas e é muito difícil que atinjam suas cotas até 2012. Assim, ocorrerá um excedente de reduções (a preços tão competitivos quanto eles queiram) para venda resultante dos já citados problemas econômicos e não de seus esforços próprios de reduções explícitos (MOTTA et al., 2000).

É importante fazer um adendo quanto à característica de complementaridade destes créditos advindos de outros países, pois o Protocolo de Quioto define que os compromissos de redução de emissões devem ser atingidos prioritariamente com reduções domésticas. Porém, não existem,

nos documentos da convenção do clima, indicações explícitas quanto à proporção da meta, que deveria ser atingida dentro dos próprios limites da parte (país) em questão.

Assim, diante destas metas assumidas pelas partes quando da ratificação do Protocolo de Quioto, alguns autores se preocuparam em mensurar a demanda mundial pela *commodity* “crédito de carbono” na forma de UEAs, ERUs, RMUs e RCEs¹⁰ geradas com a entrada em vigor do protocolo.¹¹ Halsnaes (2001), com dados obtidos em estudos da Algas¹² e estudos sobre o custo de limitação de emissões de GEEs realizados pelo UNEP. No caso de dados referentes aos países em desenvolvimento (Não-Anexo B), tais informações foram obtidas pelo autor em estudos relativamente recentes inclusos no IPCC Third Assessment do IPCC. A Tabela 01 mostra a compilação destes dados associados às cotas de redução das partes contidas no Anexo B (demonstradas por STOWELL, 2005, a partir de dados da UNFCCC). E também mostra que a demanda estimada nos estudos citados é de 620,7 milhões de toneladas métricas de CO₂e (unidade de carbono equivalente), não considerando a parcela dos *Hot-air*s (105,0 milhões de t CO₂e), denominados por Halsnaes (2001) de excessos de reduções, devido à grande folga orçamentária das metas destas nações.

Consolida-se, portanto, o maior mercado de carbono desde que o tema e a *commodity* surgiram. Além disso, o rigor quanto à certificação dos créditos oriundos dos mecanismos deste protocolo tem feito com que os demais mercados¹³ que ainda não estão em conformidade com Quioto procurem atender as exigências técnicas deste como forma de garantirem a qualidade dos investimentos e de se conhecer a procedência do crédito de carbono adquirido (NAE(B), 2005).

10 São os créditos vinculados aos projetos de redução de emissões ou do tipo sumidouro, que existem tanto no mercado de Quioto quanto em alguns outros mercados de carbono. Porém, no primeiro, os projetos técnicos são exigências fundamentais para a aquisição de créditos válidos.

11 Desde antes da entrada em vigor do Protocolo, o carbono vem-se tornando uma *commodity* mundialmente negociada em mercados, visando tanto à implementação futura do próprio Protocolo quanto outros mercados denominados intermediários, ou em Não-conformidade com Quioto (*Non-compliance Kyoto*).

12 Algas: Um esforço conjunto do GEF/UNDP e do Banco Asiático de Desenvolvimento. É um acrônimo para a estratégia de abatimento da costa leste asiática.

13 Existem diversos mercados de crédito de carbono, os quais se distribuem entre os em Conformidade com Quioto (*Kyoto Compliance*), os em Não-conformidade com Quioto (*Non-Kyoto Compliance*), e os intermediários, que têm a perspectiva de, no futuro, integrar-se ao mercado de Quioto.

Tabela 1 – Projeções das Emissões; Cotas de Reduções; Excessos de Redução e de Emissões para os Países do Anexo B (TCO₂e)

Grupo	Nações	Cotas com ano-base 1990 (%)	Emissões 1990	Emissões projetadas 2010	Emissões excedentes para satisfazer Quioto	Excesso de emissões	Excesso de reduções
1	Alemanha	-21	329,5	266,9	6,6	6,6	
3	Austrália	8	113,3	144,1	21,7	21,7	
1	Áustria	-13	21,6	20,3	1,5	1,5	
1	Bélgica	-7,5	37,9	41,6	6,5	6,5	
2	Bulgária	-8	37,1	37,8	3,7	3,7	
3	Canadá	-6	163,0	182,4	29,2	29,2	
1	Dinamarca	-21	19,6	16,6	1,1	1,1	
2	Eslováquia	-8	19,9	18,2	-0,1		-0,1
2	Eslovênia	-8	5,2	5,3	0,5	0,5	
1	Espanha	15	82,1	98,6	4,2	4,2	
4	Estônia	-8	11,1	5,5	-4,7		-4,7
3	EUA	-7	1634,4	1943,9	423,9	423,9	
1	Finlândia	0	19,8	18,5	-1,3		-1,3
1	França	0	151,9	152,5	0,6	0,6	
1	Grécia	25	28,7	32,8	-3,1		-3,1
1	Holanda	-6	60,8	70,6	13,4	13,4	
2	Hungria	-6	27,8	28,2	2,1	2,1	

Continua

Tabela 1 – Projeções das Emissões; Cotas de Reduções; Excessos de Redução e de Emissões para os Países do Anexo B (Tco₂)

Continuação

Grupo	Nações	Cotas com ano-base 1990 (%)	Emissões 1990	Emissões projetadas 2010	Emissões excedentes para satisfazer Quioto	Excesso de emissões	Excesso de reduções
1	Irlanda	13	15,5	18,1	0,6	0,6	
3	Islândia	10	0,8	1,0	0,1	0,1	
1	Itália	-6,5	145,2	129,6	-6,2		-6,2
3	Japão	-6	337,2	388,2	71,2	71,2	
4	Latvia	-8	9,7	5,5	-3,4		-3,4
4	Lituânia	-8	14,0	13,8	0,9	0,9	
1	Luxemburgo	-28	3,7	1,8	-0,9		-0,9
3	Noruega	1	15,0	17,3	2,2	2,2	
3	Nova Zelândia	0	19,8	22,9	3,1	3,1	
2	Polónia	-6	153,8	160,3	15,7	15,7	
1	Portugal	27	18,6	22,4	-1,2		-1,2
1	Reino Unido	-12,5	206,5	185,1	4,4	4,4	
2	República Checa	-8	52,4	52,9	4,7	4,7	
2	Roménia	-8	72,2	55,6	-10,8		-10,8
4	Rússia	0	828,4	793,4	-35,0		-35,0
1	Suécia	4	18,1	20,4	1,6	1,6	
3	Suíça	-8	14,6	14,5	1,1	1,1	

Continua

Tabela 1 – Projeções das Emissões; Cotas de Reduções; Excessos de Redução e de Emissões para os Países do Anexo B (TCO₂e)

Grupo	Nações	Cotas com ano-base 1990 (%)	Emissões 1990	Emissões projetadas 2010	Emissões excedentes para satisfazer Quioto	Excesso de emissões	Excesso de reduções	Conclusão
4	Ucrânia	0	250,3	212,0	-38,3		-38,3	
1	Soma EU		1159,5	1095,8		40,6	-12,6	
2	Soma EUA, não UE e não EET	368,4	358,3		26,7	-10,9		
3	Soma EET excedente antiga U. Sov.	2298,1	2714,3		552,5	0,0		
4	Soma antiga U. Sov.	1113,5	1030,2		0,9	-81,4		
	Total		4939,5	5198,6		620,7	-105,0	

Fonte: Elaboração do Autor, com dados obtidos em Halnaes, 2001 e Stowell, 2005.

1.5 – O MDL e as Reduções Certificadas de Emissão

Baumert et al. (2002) e Stowell (2005) se completam quando passam a descrever o MDL. Este mecanismo, a respeito do próprio IC (de onde se originaram alguns princípios e conceitos), é baseado em projetos que necessitam passar por um processo de verificação e validação das reduções de emissão para gerar créditos. Ele foi estabelecido pelo Artigo 12 do Protocolo de Quioto adotado na Terceira Conferência das Partes (COP 3), em dezembro de 1997, a partir de uma proposta brasileira, e consiste no único mecanismo que possibilita a participação de países não-inclusos no Anexo I da convenção (ou Anexo B do próprio protocolo), ou seja, permite a participação de países em desenvolvimento.

O MDL tem dois grandes objetivos: diminuir o custo global das reduções de emissões e, também, apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento sustentável de países em desenvolvimento. Desta forma, como entendem Motta et al. (2000), a simultaneidade destes objetivos reflete a necessidade de ações coordenadas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento que, apesar de possuírem alguns objetivos distintos, comungam da mesma intenção de diminuir o fluxo de emissões globais.

O MDL permite que os países desenvolvidos invistam em projetos de redução nos países não-Anexo I com custos marginais inferiores e, assim, recebam créditos mais baratos. Estes créditos poderão ser utilizados para ajudar os países que possuem compromisso de atingir suas metas de redução, fixadas para o período de 2008 a 2012, aumentando a eficiência econômica das reduções das empresas dos próprios países desenvolvidos e garantindo um efeito semelhante para o meio ambiente global.

Por outro lado, os países não-Anexo I também são beneficiados, pois, além de reduzirem as emissões de GEEs, recebem um fluxo positivo de divisas e, devido a exigências do próprio MDL, promovem objetivos específicos de desenvolvimento sustentável. Assim, este mecanismo acaba encorajando os países em desenvolvimento a participarem das atividades globais de redução e desenvolvimento sustentável em uma fase econômica que, inicialmente, apresenta prioridades diferentes de aplicação de seus recursos (MOTTA et al., 2000). Por sua vez, Baumert et al. (2002) considera o MDL um passo evolutivo no que diz respeito ao crescimento da importante participação dos países em desenvolvimento neste processo de defesa do clima.

De qualquer forma, para que tudo isso seja realidade, foi necessário assegurar a transparência deste mecanismo, agregando um alto nível de credibilidade, que só foi possível graças à adoção de um significativo número de regras internacionais. O “livro de regras” do MDL é um importante aspecto para assegurar que as emissões reduzidas (ou sequestradas) pelos projetos vinculados a este mecanismo sejam, de fato, reais e documentadas, além de confirmarem que os países hospedeiros (não-Anexo I) estão realmente atingindo seus objetivos de desenvolvimento sustentável por meio destes projetos.¹⁴ Porém, é importante lembrar que o período de comprometimento do Protocolo, portanto, o limite máximo para aprovação de projetos baseados no MDL,¹⁵ vai até 2012 e, apesar de ser necessária a continuação de medidas globais como esta, o futuro daquele é incerto e não deve ser tomado como a única referência dos países em desenvolvimento para atingirem níveis de desenvolvimento sustentável satisfatórios (STOWELL, 2005) e, assim, eles deveriam continuar a investir em ações que visem a este nobre e imprescindível fim.

1.6 – Os Conceitos do MDL

Segundo Stowell (2005), para se compreender este mecanismo, dentro de sua razoável complexidade, é importante entender seus princípios e propósitos.

As regras que regem sua operação, denominadas “modalidades e procedimentos do MDL”, nem são tão simplistas nem suas intenções e significados são sempre muito claros. O MDL é, portanto, uma série de compromissos acordados por todas as Partes (países) signatárias, baseados em duas propostas discutidas durante o processo de negociações do Protocolo: o *Brazilian Compliance Fund* e a proposta JI dos EUA. A sua adição ao texto do Protocolo foi feita nos últimos momentos da convenção, o que pode justificar um pouco a falta de definições mais rígidas de alguns conceitos inclusos em seu Artigo 12, vindo, assim, a requerer uma elaboração mais detalhada algum tempo depois.

O MDL foi concebido com três objetivos básicos:

¹⁴ Também foi criada uma taxa de 2% do valor das CERs obtidas para um “fundo de adaptação” e para cobrir despesas administrativas.

¹⁵ Uma vez que, durante este período de comprometimento, os países e seus respectivos emissores já terão que computar estas reduções.

- Contribuir para os objetivos finais da convenção, ao auxiliar na redução das emissões de GEEs para níveis mais satisfatórios;
- Contribuir com as Partes não-inclusas no Anexo I, para que estas atinjam melhores níveis de desenvolvimento sustentável local;
- Contribuir para que as Partes inclusas no Anexo I consigam superar seus compromissos de limitações e reduções de emissão, segundo o Artigo 3 do Protocolo de Quioto.

Porém, é apenas este terceiro objetivo que garante a participação das RCEs no mercado de créditos, do tipo *cap and trade*, ao qual pertencem as “permissões” advindas do CE e do IC. Porém, uma vez que as RCEs são geradas fora dos limites das metas de redução, algumas diretrizes particulares foram colocadas para o atendimento dos dois primeiros objetivos. Assim o COP instituiu um processo e critérios específicos que devem ser seguidos pelos projetos associados a este mecanismo.

O primeiro critério é apontado por Stowell (2005) como o mais importante e trata do estabelecimento de uma “Linha de Base” (*Base Line*, em inglês), que é fundamental para determinação de quantas RCEs o projeto deverá render efetivamente. Trata-se de um cenário em projeção que demonstra razoavelmente as emissões (ou absorções no caso de projetos do tipo sumidouro) que ocorreriam na abstinência do projeto de MDL proposto. É, portanto, uma situação hipotética. Mas, para que seja aceitável, sob as regras do MDL, a linha de base deve:

- Incluir todas as emissões de GEEs de todos os setores e fontes contidas no Anexo A¹⁶ do protocolo, que estejam dentro dos limites do projeto;
- Utilizar as metodologias desenvolvidas no âmbito do MDL (aprovadas pelo Conselho Executivo – *Executive Board*, em inglês);
- Deve ser transparente e sempre conservativa, ou seja, no caso de dúvidas com relação à utilização de variáveis e parâmetros,

¹⁶ Anexo ao texto do Protocolo que mostra os gases que provocam o efeito estufa e, conseqüentemente, são passíveis de redução pelos mecanismos e as categorias de setores considerados fontes de emissão. Uma cópia traduzida pode ser encontrada em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/28817.html>>. (Data de consulta: 25/03/2007).

a pior projeção da linha de base (a que gerará menos créditos) deve ser adotada.

O segundo critério que deve ser aderido é o da Adicionalidade. Este critério, da mesma forma que o anterior, não é sempre fácil e claro de definir. Assim, o que as regras do MDL apenas requerem é que se demonstre razoavelmente que as reduções de emissão sejam adicionais àquelas que ocorreriam na inexistência do projeto de MDL, caracterizando assim, que este vai além de uma simples opção de negócio. De outra forma, considerando o ponto de vista do empresário que pode optar por realizar a redução de suas emissões, Baumert et al. (2002) diz que, geralmente, a adesão de uma destas medidas traz para a empresa tecnologias ou práticas mais limpas e/ou eficientes. Mas, para que seja possível a aquisição de créditos de carbono através destas medidas, deve-se provar que a decisão do investimento, necessário para essa melhoria nos níveis de emissão, baseia-se no ímpeto que a empresa tem para adotar estas novas tecnologias, ou práticas (normalmente mais caras) devido aos rendimentos provenientes dos créditos de carbono gerados. Ou seja, deve ser mostrado que a geração dos créditos é o fator decisivo para a adoção desta nova tecnologia, sem o qual a empresa continuaria com as antigas práticas.

1.6.1 – Participação e requerimentos dos projetos

Para que as Partes possam participar do MDL, dois critérios são colocados a partir das regras deste mecanismo.

Primeiramente, é necessário que exista a participação voluntária aprovada por cada parte envolvida (apesar de não ser um requerimento muito claro) e, também, é necessário que todas as Partes possuam uma Autoridade Nacional Designada – AND (*Designate National Authority – DNA*) pelo próprio MDL. Ou seja, todos os países envolvidos devem indicar formalmente uma entidade governamental para revisar e conferir a aprovação nacional dos projetos propostos em seu território (também de acordo com alguns critérios locais), no âmbito do MDL.

As atividades de projeto do MDL devem seguir as seguintes condições:

- Qualquer redução de emissões proveniente de um projeto de MDL deve ser certificada por uma Entidade Operacional De-

signada – EOD (*Designated Operational Entity* – DOE).¹⁷ Além disso, deve mostrar que as reduções são reais, mensuráveis e de longo prazo (requerimento da linha-base), e da realização da verificação da adicionalidade;

- Deve mostrar que a atividade vai ajudar o país hospedeiro (não-Anexo I) a avançar suas prioridades de desenvolvimento sustentável, o que deve ser confirmado, através da AND, antes de a EOD submeter o relatório de validação ao Conselho Executivo do MDL;
- Ao desenvolver-se o projeto, é necessário buscar informações com relação a outras partes interessadas neste (ex.: comunidades vizinhas, secretarias e órgãos responsáveis, e outros possíveis interessados nas futuras alterações causadas pelo projeto) e, caso exigido pela lei do país hospedeiro, realizar uma avaliação de impacto ambiental.

1.6.2 – Requisitos de Elegibilidade para Uso de RCEs

Para que as partes do Anexo I possam utilizar as RCEs, geradas em países hospedeiros, em seus registros nacionais, elas devem estar em conformidade (*compliance*, em inglês) com todos os requisitos para o uso dos mecanismos, os quais são:

- O país que deseja utilizar as RCEs deve ser uma parte do Protocolo;
- Ele deve ter calculado e registrado suas *Assigned Amounts* (montantes de emissões);
- Deve existir um sistema nacional de estimação de emissões de GGEs;
- O país deve ter submetido, anualmente, os mais recentes inventários sobre GEEs;
- O país (do Anexo I) deve submeter as informações suplementares necessárias sobre suas *Assigned Amounts*.

¹⁷ Entidade qualificada pela Conferência das Partes, por recomendação do Conselho Executivo do MDL, para validar projetos de MDL propostos ou verificar e certificar reduções de GEEs resultantes do projeto. Para atuar no Brasil, a EOD deve, adicionalmente, ser reconhecida pela Autoridade Nacional Designada (AND) brasileira e estar plenamente estabelecida no país. A lista atualizada das EODs credenciadas pelo Conselho Executivo pode ser obtida no endereço eletrônico: < <http://cdm.unfccc.int/DOE/list>>.

Por fim, Stowell (2005) lembra que cada Parte do Anexo I pode determinar o montante de RCEs que deverá ser incluso em sua proposta de conformidade com as metas requeridas (desde que não seja a maioria absoluta das reduções, pois não é fixada pelo protocolo uma proporção exata), bem como definir que tipos de atividades de projetos eles aprovarão, a depender também dos diferentes requerimentos dos países hospedeiros. Alguns destes países não aceitam, por exemplo, CERs provenientes de atividades sobre o uso do solo e florestais, ou ainda, grandes atividades que envolvam muitas áreas alagadas (substituição por energia elétrica advinda de grandes barragens) e, finalmente, atividades relacionadas com energia nuclear, que, até a edição da obra citada, não haviam sido aceitas por nenhum país do Anexo I.

1.7 – O Ciclo de um Projeto de MDL

Baseando-se no que foi descrito anteriormente sobre o MDL, o NAE (2005B) procura sistematizar e descrever todo o processo de certificação de RCEs, dando ênfase ao caso brasileiro.

Porém, antes, é fundamental apresentar com mais detalhes os órgãos e entidades envolvidos em todo o processo de certificação das Reduções de Emissão. Desta forma, a seguir, estão descritos eles e suas respectivas funções e obrigações. Em seguida, será sistematizado todo o processo de certificação.

1.7.1 – Órgãos e entidades relacionados ao MDL

Conselho Executivo do MDL

O Conselho Executivo (*Executive Board*, em inglês) do MDL é subordinado à autoridade e orientação da Conferência das Partes, na qualidade da Reunião das Partes do Protocolo de Quioto (COP/MOP). E deve, entre outros:

- Fazer recomendações à COP/MOP sobre modalidades e procedimentos adicionais para o MDL;
- Aprovar as metodologias de linha de base, planos de monitoramento e limite do projeto para as diversas áreas de atividades;
- Rever as disposições com relação às modalidades, aos procedimentos e definições simplificados de atividades de projeto de pequena escala e fazer as respectivas recomendações à COP/MOP;

- Realizar o credenciamento e fazer recomendações à COP/MOP, relativos à designação das Entidades Operacionais Designadas (EODs);¹⁸
- Relatar a distribuição regional e local de atividades de projeto de MDL à COP/MOP;
- Procurar tornar públicas informações, submetidas com este fim, sobre atividades de projeto que necessitem de financiamento e, de outro lado, sobre investidores que estejam procurando oportunidades, realizando assim a sua aproximação;
- Tornar público qualquer relatório técnico comissionado e, ainda, estar aberto ao recebimento de críticas e sugestões a este durante um período mínimo de dois meses, antes que estes documentos sejam finalizados e qualquer recomendação seja submetida à consideração da COP/MOP;
- Desenvolver, guardar e tornar aberto ao público todo o acervo de regras, procedimentos, metodologias e quaisquer padrões aprovados;
- Desenvolver e manter o registro do MDL;
- Da mesma forma, desenvolver e manter uma ampla base de dados, tornando-a pública, de atividades de projeto de MDL, as quais devem conter informações sobre os Documentos de Concepção de Projeto – DCPs (*Project Development Documents – PDDs*) registrados, sobre os comentários recebidos, os relatórios de verificação, as decisões do próprio Conselho Executivo e, finalmente, informações sobre todas as RCEs emitidas;
- Relatar também, à COP/MOP, questões relativas à observância das modalidades e procedimentos do MDL pelos participantes dos projetos e/ou pelas EODs.

É importante lembrar que, para auxiliar os proponentes de projetos na apresentação das informações necessárias ao exame do projeto, o Conselho Executivo do MDL também desenvolveu um documento-base para todos os demais DCPs das diversas áreas de atividades.

¹⁸ De acordo com o Art. 12, § 5, do Protocolo de Quioto.

Entidade Operacional Designada

As Entidades Operacionais Designadas – EODs (*Designated Operational Entities – DOEs*), são entidades jurídicas (nacionais ou estrangeiras) credenciadas pelo Conselho Executivo para:

- Validar as atividades de projeto de MDL propostas;
- Realizar a verificação e a certificação das reduções de emissões antrópicas;
- Cumprir as leis aplicáveis das Partes não-Anexo I, ao realizar as funções descritas no subparágrafo seguinte;
- Desempenhar a validação, ou verificação e certificação, relativa a uma determinada atividade de projeto de MDL;¹⁹
- Demonstrar que elas (e seus subcontratantes) não têm conflitos de interesse reais ou potenciais com os participantes da atividade de projeto para a qual tenham sido designadas;
- Disponibilizar publicamente todas as atividades de projeto de MDL para as quais elas tenham realizado validações, verificações e certificações;
- Submeter, ao Conselho Executivo, relatórios anuais de suas atividades;
- Tornar públicas as informações obtidas dos participantes de projetos de MDL (conforme determinado pelo Conselho).

A EOD escolhida pelos proponentes do projeto, para validá-lo, deve revisar o DCP e outros documentos relevantes, tais como os comentários das partes interessadas (*stakeholders*) e documentos (laudos, por exemplo) de possíveis impactos ambientais do projeto.

A validação é o processo de avaliação independente de uma atividade de projeto por uma EOD no que se refere aos requisitos do MDL, com base no DCP. O registro é a aceitação formal, pelo Conselho Executivo, de um projeto validado como atividade de projeto de MDL. Este registro é o

¹⁹ Mediante uma solicitação, o Conselho Executivo pode permitir que todas estas funções sejam realizadas por uma mesma EOD, para uma determinada atividade.

pré-requisito para a verificação, certificação e emissão das RCEs relativas a essa atividade de projeto.

Depois de realizado o registro, o projeto passa para uma outra fase: o monitoramento. Ele será realizado conforme um plano preestabelecido pela metodologia e terá como resultados alguns relatórios, que deverão ser submetidos à EOD para a verificação.

A verificação é a revisão independente, periódica, e a determinação *ex post* pela EOD, das reduções monitoradas das emissões (ou aumento das remoções) de GEEs por fontes que foram modificadas em decorrência de uma atividade registrada de projeto de MDL (durante o período que foi verificado).²⁰

Já a certificação é a garantia da EOD, por escrito, de que, durante um determinado período, a atividade de projeto reduziu as emissões antrópicas (aumentou as remoções) de GEEs (medidos em CO₂e) por fontes conforme especificado.

Assim, de posse da certificação, é finalmente possível solicitar, do Conselho Executivo, as RCEs relativas à quantidade de CO₂e que foi reduzida ou removida por meio da atividade de projeto.

Vale lembrar que, com exceção da verificação sobre a contribuição para o desenvolvimento sustentável local, o governo não exerce nenhuma influência direta sobre as atividades de responsabilidade do proponente do projeto, das EODs e do Conselho Executivo. Assim, pode participar apenas de forma indireta ao criar condições favoráveis às operações dos proponentes e das EODs, procurando reduzir os custos operacionais dos projetos.

A AND Brasileira: Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

O NAE(B) (2005) ainda observa que o papel do governo, nas diferentes fases de um projeto de MDL, restringe-se à aprovação deste quanto a sua contribuição para o desenvolvimento sustentável do país. No Brasil, isso é feito pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), sua Autoridade Nacional Designada (AND), representada por

²⁰ O período de monitoramento e a frequência com que ele será verificado vão depender das necessidades do proponente do projeto, levando-se em conta os valores da quantidade de RCEs a serem recebidos, assim como os valores dos custos de transação para verificações e emissões de certificados.

11 ministérios e tem como presidente o ministro de Ciência e Tecnologia (MCT) e, neste caso específico, também exerce a função de revisar e até criticar os DCPs e demais documentos a ela enviados. A comissão possui as seguintes atribuições (segundo o MCT):

- Emitir parecer, quando demandado, sobre propostas de políticas setoriais, instrumentos legais e normas que contenham componente relevante para a mitigação da mudança do clima e para a adaptação do país aos seus impactos;
- Fornecer todos os subsídios necessários diante das posições do governo durante as negociações na convenção sobre mudança do clima, ou quaisquer outros instrumentos subsidiários;
- Deve realizar articulações com entidades da sociedade civil, com o intuito de promover as ações dos órgãos governamentais e privados, em cumprimento aos compromissos assumidos pelo país, no âmbito da convenção, e seus instrumentos subsidiários;
- A comissão também pode definir critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos organismos da convenção, encarregados pelo MDL, previstos no Artigo 12 do Protocolo, tudo de acordo com estratégias de desenvolvimento sustentável local;
- E finalmente, apreciar pareceres sobre projetos relacionados a atividades que possam resultar em RCEs e aprová-los quando for o caso.

Esta última atribuição está diretamente ligada ao ciclo do projeto de MDL, o qual é mais bem definido adiante.

1.7.2 – Sistematização do ciclo de projeto

Segundo o NAE(B) (2005), baseando-se nas regras estabelecidas na Conferência das Partes (COP), a participação de um projeto de MDL deve ser voluntária e deve ser indicada a Autoridade Nacional Designada (AND) por cada Parte, a qual será responsável pelo veredicto de aprovação dos projetos a serem desenvolvidos nesse país. Além disso, para que as RCEs possuam validade, é necessário que estes projetos cumpram um determinado ciclo obrigatório. Como demonstrado na Figura 1 e comentado de agora em diante.

1. Elaboração do Documento de Concepção de Projeto²⁴ (DCP):

O DCP é de responsabilidade dos participantes do projeto e é o principal documento a ser apresentado ao Conselho Executivo do MDL por ocasião da solicitação de seu registro.

Ele deve conter descrições da atividade de projeto; dos seus participantes, da metodologia de linha de base; das metodologias para cálculo da redução de emissões de GEEs e para o estabelecimento dos limites da atividade de projeto e das possíveis fugas; e do plano de monitoramento a ser utilizado.

Deve conter ainda: a definição do período de obtenção de créditos (máximo de 10 anos, ou 7 anos renováveis mais duas vezes; ou, no caso de projetos de florestamento e reflorestamento, um período máximo de 30 anos, ou 20 anos, com possibilidade de uma renovação); a justificativa da adicionalidade de projeto em questão; o relatório de impactos ambientais (conforme as leis locais); e os comentários dos atores (outros envolvidos) e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento. Também deve constar uma descrição da contribuição da atividade de projeto para o desenvolvimento sustentável local.

Observando-se cada componente do DCP, é possível compreender a complexidade dos dados e estimativas exigidos com o intuito de garantir que as reduções (remoções) de GEEs sejam reais, mensuráveis e de longo prazo. Assim, segundo Lopes et al. (2002), o DCP deve conter a metodologia da Linha de Base. Ela serve como base para a verificação da adicionalidade e para a quantificação das RCEs, visto que estas são quantificadas pela redução verificada entre as emissões da linha de base e aquelas verificadas quando da adoção da atividade de projeto (considerando-se também as fugas).

Três abordagens metodológicas devem ser consideradas, das quais uma deve ser utilizada para se desenvolver a metodologia que deve levar em conta qualquer orientação do Conselho Executivo, além de apresentar uma justificativa para a escolha: Emissões *Status Quo*, que são aquelas atuais ou históricas que ocorreram de fato, conforme o caso; Condições de Mercado, ou seja, as emissões de uma tecnologia reconhecida e atra-

²⁴ A descrição detalhada, bem como a indicação de formulários, pode ser encontrada em MCT (2005), através de <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8784.pdf>. (Acesso em: 21 mar. 2007).

tiva do ponto de vista econômico, e onde se devem levar em conta as barreiras para investimento; Melhor Tecnologia Disponível, onde deve ser considerada a média das emissões de atividades de projeto semelhantes, que ocorram em circunstâncias sociais, econômicas, tecnológicas e ambientais parecidas, nos cinco anos antecedentes à elaboração do DCP em questão. Devem ser considerados apenas os projetos com desempenho listado entre os 20% melhores quanto às questões levantadas há pouco.

Além de tudo isso, novas abordagens metodológicas poderão ser realizadas, porém precisarão ser aprovadas pelo Conselho e, normalmente, requerem tempo e investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

Metodologia de Cálculo:

É utilizada para avaliar e estimar as emissões na ocorrência da atividade de projeto, e deve sempre conter: I – as descrições dos cálculos utilizados para estimar as emissões antrópicas de GEEs, com a implementação da atividade de projeto, incluindo também as descrições dos cálculos que estimam as fugas dentro do mesmo limite do projeto; II – as descrições dos cálculos utilizados para estimar as emissões antrópicas de GEEs na ausência do projeto, incluindo-se as fugas dentro dos mesmos limites do projeto, o que configura os cálculos da linha de base.

Assim, subtraindo-se I de II (e considerando-se as fugas fora do limite do projeto – ver metodologia de cálculo do modelo), obtém-se o montante de emissões antrópicas a serem reduzidas com a adoção da atividade de projeto. No caso de florestamentos/ reflorestamentos, a subtração de I em II demonstra o quanto de CO₂e será removido (sequestrado) por estas atividades.

Limite do Projeto:

Denominado *Project Boundary* (em inglês), abrange todas as emissões significantes e que possam ser atribuídas à atividade de forma razoável e que estejam sob controle dos participantes desta. Ou seja, são aquelas emissões que estão diretamente relacionadas à atividade, não sendo consideradas as fugas.

Fuga/vazamento:

Denominada *Leakage* (em inglês), representa um aumento de emissões que estejam fora dos limites da atividade de projeto, porém podem

ser mensuradas e atribuídas a esta atividade. Ou seja, representam uma mensuração dos impactos negativos, em termos de emissão de GEEs da atividade, e são, portanto, diminuídas da quantidade de reduções proporcionadas por ela.

Definição do Período de Obtenção de Créditos:

O período de obtenção de créditos pode ter duração de 7 anos, com no máximo duas renovações, totalizando três períodos de 7 anos, desde que a linha de base seja ainda válida ou tenha sido revista e atualizada; ou, ainda, de 10 anos sem renovação. No caso de projetos na área florestal, estes prazos passam para 30 anos, sem renovação, ou 20 anos, com possibilidade de uma renovação de mesmo prazo.

Plano de Monitoramento:

É um plano que contém os métodos de coleta e armazenamento de todos os dados indispensáveis para o cálculo da redução das emissões (ou das remoções no caso de sumidouros) que ocorreram dentro dos limites do projeto ou até fora, no caso das fugas, de acordo com a metodologia de linha de base e a metodologia de cálculo.

Justificativa para Adicionalidade da Atividade de Projeto:

Onde é demonstrado como as atividades de projeto reduzem as emissões de GEEs além do que ocorreria na ausência da atividade de projeto do MDL registrada e mostra que a receita gerada é um fator decisivo para a tomada de decisão. Essa justificativa pode ser guiada pela Ferramenta para Determinação e Avaliação da Adicionalidade (*Tool for the Demonstration and Assessment of Additionality*, em inglês).²⁵

Documento e Referências sobre Impactos Ambientais:

Constituem a documentação e as referências sobre os impactos causados pelas atividades de projetos considerados significativos pelos participantes da atividade de projeto, incluindo um relatório de impacto ambiental e o termo de referência da avaliação de impacto ambiental.

²⁵ Em <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/AdditionalityTools/Additionality_tool.pdf>. (Acesso em: 23 mar. 2007).

Comentários dos Atores:

É um resumo com os comentários de todos os atores que podem ser envolvidos pela atividade de projeto, além de um relatório de como estes comentários foram levados em consideração quando da realização do DCP.

Informações sobre Fontes Adicionais de Financiamento:

Onde são reunidas as informações sobre as fontes de financiamento públicas destinadas às atividades do projeto, evidenciando que o financiamento não resultou de Desvio de Assistência Oficial ao Desenvolvimento (AOD) e que é distinto e não é contado como parte das obrigações financeiras das Partes do Anexo I que participam da atividade de projeto.

2. Validação do Projeto:

Essa etapa é de responsabilidade de uma EOD e, para fazê-la, a entidade deve revisar o DCP, bem como os documentos relacionados às partes interessadas e os documentos com as análises e conclusões sobre os possíveis impactos socioambientais.

Como afirmado anteriormente, a validação é o processo de avaliação independente de uma atividade de projeto por uma EOD no que se refere aos requisitos do MDL.

3. Aprovação do Projeto:

É de responsabilidade da AND (no Brasil dura em média 60 dias para conclusão do parecer). É um processo pelo qual as ANDs das partes envolvidas confirmam a participação voluntária da atividade de projeto. Além disso, a AND do país hospedeiro atesta que esta atividade relatada no projeto contribui para o desenvolvimento sustentável do país (Não-anexo I).

No Brasil, essa etapa pode ser determinante para o sucesso do projeto, pois dados os critérios que a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima vem trabalhando, quando um projeto é validado, normalmente consegue chegar ao fim de todo o ciclo (a certificação). O Quadro 2 mostra os itens que devem ser apresentados para a solicitação da validação, onde vale lembrar que tanto o DCP quanto o Relatório de Validação da EOD devem ser enviados em inglês e português (no caso brasileiro), além de que devem ser enviados na versão impressa e eletrônica.

Documentos
Carta de Encaminhamento do Projeto
(1) Documento de Concepção do Projeto – original em inglês – PDD
(2) Documento de Concepção do Projeto (DCP) – Anexo II
(3) Anexo III
(4) Convites de comentários
.Prefeitura
.Câmara de Vereadores
.Órgão Ambiental Estadual
.Órgão Ambiental Municipal
.Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
.Associações Comunitárias
.Ministério Público
(5) “Validation Report” da DOE (Inglês)
.F-CDM-REG
(6) Relatório de Validação da EOD (Português)
.F-MDL-REG
(7) Declaração dos participantes
.Responsabilidade
.Modo de comunicação
.Termo de compromisso
(8) Conformidade da AP com a legislação trabalhista e ambiental
.Legislação trabalhista
.Legislação Ambiental
(9) Situação da EOD
.Credenciada junto ao EB/CDM
.Plenamente estabelecida no Brasil
.Capaz de cumprir os requerimentos da legislação
(10) Documentos Complementares

Quadro 2 – Relação dos Documentos a serem Apresentados para Solicitação da Validação por parte da AND

Fonte: Elaboração do Autor, com dados de MCT 2005.

4. Registro do Projeto:

Essa etapa já passa a ser de responsabilidade do próprio Conselho Executivo do MDL e pode ser entendida como a aceitação formal, pelo conselho, de um projeto validado como atividade de projeto do MDL. Assim, tanto a adicionalidade do projeto quanto a aplicabilidade da metodologia escolhida representam dois aspectos fundamentais a serem analisados neste momento.

5. Monitoramento:

Após o registro do projeto, é necessário recolher e armazenar todos os dados necessários para calcular a redução de emissões de gases de efeito estufa (ou sequestro de CO₂ por sumidouros), de acordo com a metodologia de linha de base estabelecida no DCP, que deve ter ocorrido necessariamente dentro dos limites da atividade de projeto e dentro do período de obtenção de créditos definido neste.

6. Verificação/Certificação:

A verificação está sob a responsabilidade de uma EOD, que não pode ser a mesma contratada para realizar a validação. Consiste em um processo de auditoria periódico (com períodos determinados pelos próprios participantes do projeto) e independente, onde são revisados os cálculos acerca da redução de emissões de gases de efeito estufa (ou de sequestro de CO₂) resultantes da atividade de projeto do MDL, que foram demonstrados no DCP enviado ao Conselho Executivo quando do seu registro. Em outras palavras, essa etapa do ciclo é fundamental para que seja verificado se as reduções de emissões estimadas no DCP e monitoradas pelos participantes efetivamente aconteceram.

Assim, após a verificação, o Conselho Executivo, na qualidade de responsável pelo processo de certificação, deverá finalmente certificar que essa atividade de projeto atingiu um determinado nível efetivo de redução de emissões GEEs (ou sequestro de CO₂) durante o período compreendido entre o início da atividade e a primeira verificação, ou entre as demais verificações.

Assim, se tudo ocorrer dentro do previsto, o montante de CO₂ e certificado coincidirá com o previsto/estimado no DCP. Porém, isso nem sempre ocorre.

7. Expedição das Reduções Certificadas de Emissões (RCEs):

A última etapa do ciclo é a expedição das RCEs, e tem como órgão responsável o próprio Conselho Executivo do MDL. Estas expedições ocorrem quando o conselho tem certeza de que todas as etapas de reduções de emissões de GEEs decorrentes da atividade de projeto foram cumpridas. E, portanto, asseguram que essas reduções (ou remoções) são reais, mensuráveis e de longo prazo.

As RCEs emitidas são creditadas aos participantes da atividade de projeto na proporção por eles definida e, a depender do caso, podem ser utilizadas como forma de cumprimento parcial das metas de redução de emissão de GEEs.

Capítulo 2

ASPECTOS TÉCNICO-AMBIENTAIS SOBRE MATAS CILIARES

No intuito de desenvolver um modelo interativo de viabilidade econômica que possa aproximar-se com razoável precisão aos casos de reflorestamento ciliar, faz-se necessário entender melhor a importância, as características técnicas e bióticas, a morfologia e, principalmente, os modelos de reflorestamento. Para tanto, algumas obras de autores reconhecidos foram consultadas e um breve referencial teórico é apresentado.

2.1 – Aspectos Hidrológicos de Matas Ciliares

Segundo Lima e Zakia (2004), a Hidrologia Florestal é uma área do conhecimento humano que reúne conhecimentos de diversas outras áreas específicas, formando uma visão integrada de manejo dos recursos naturais, visando ao ponto central em questão: “a água”.

Leopold et al. (1964) e Gregory e Walling (1973 apud LIMA; ZAKIA, 2004) definem uma bacia hidrográfica como um sistema geomorfológico aberto, em equilíbrio, que recebe matéria e energia fornecidos por agentes climáticos, e os perde com o deflúvio; consideram-na, em outras palavras, um sistema influenciado por uma série de variáveis interdependentes. Assim, caso venha a ocorrer qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou ainda alguma “modificação na forma do sistema”, sobrevirão algumas medidas compensatórias que tendam a

minimizar este efeito de modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico, porém em patamares diferenciados. Ou seja, do ponto de vista de que as matas ciliares são parte desta “forma de sistema”, é possível concluir que modificações neste item integrado podem causar alterações no equilíbrio de todo o sistema hidrológico.

Além disso, quando se leva em conta a integridade da microbacia,²⁶ as matas ciliares ocupam as áreas mais dinâmicas da paisagem, tanto em termos hidrológicos como ecológicos e geomorfológicos, reforçando ainda mais sua importância como componente de um ecossistema diversificado. Estas áreas têm sido chamadas por diversos autores de Zonas Ripárias (MORING et al., 1985; ELMORE; BESCHTA, 1987; DEBANO; ACHMIDT, 1989; LIKENS, 1992; NAIMAN et al., 1992; FRANKLING, 1992; GREGORY et al., 1992; e BREN, 1993 apud LIMA; ZAKIA, 2004), e estão intimamente ligadas ao curso d’água, não tendo limites facilmente demarcados.

Do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias (chamadas neste texto também como áreas ciliares) têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para a diversificação vegetal e para o desenvolvimento e o movimento da fauna. Estas zonas são tidas como importantes bancos de semente para a regeneração natural da flora (TRIQUET et al., 1990; GREGORY et al., 1992, apud LIMA; ZAKIA, 2004), visto que nelas ocorrem tanto espécies tipicamente ciliares quanto aquelas que também ocorrem em terra firme.²⁷

Os autores entendem que esta função ecológica já é, sem dúvida, um motivo suficientemente importante para justificar a preservação destas áreas ciliares ou, porque não dizer, para o reflorestamento destas. Entretanto, quando somado às importâncias relacionadas aos aspectos hidrológicos, como o equilíbrio da microbacia, através da sua influência direta sobre a manutenção da qualidade e quantidade da água e, ainda, para a manutenção do próprio ecossistema aquático, aí sua importância pode ser ainda mais ressaltada.

²⁶ Definida por Jenkins, Peters e Rodhe (1994 apud LIMA; ZAKIA, 2004) como aquela que possui entre 10 e 100km² e que, portanto, possui uma área tão pequena que a sensibilidade a chuvas de alta intensidade e as diferenças de uso do solo não sejam supridas pelas características da rede de drenagem.

²⁷ Os autores lembram que outros trabalhos revelam que algumas espécies de terra firme não ocorrem nestas zonas.

Do ponto de vista hidrológico das áreas ciliares (zonas ripárias), alguns aspectos devem ser ressaltados, exaltando-se sua importância ambiental-econômica: a geração de escoamento direto em microbacias; a quantidade de água; a qualidade da água; a ciclagem dos nutrientes; e os aspectos hídricos e topográficos das áreas ciliares (todos descritos com mais detalhe no Apêndice - A1).

Como afirma Martins (2001), o conhecimento dos aspectos hidrológicos de uma área ciliar (zona ripária) é de suma importância quando da elaboração de um projeto de recuperação de matas ciliares. Assim, por exemplo, quando analisada uma microbacia hidrográfica, é possível identificar a extensão das áreas que são inundadas periodicamente pelo regime de cheias dos canais (rios), bem como a duração destes períodos de inundação, utilizando-se principalmente os dados topográficos e de precipitação.

Estas informações são consideradas fundamentais para a seleção das espécies a serem plantadas, já que muitas delas não se adaptam às condições de solo encharcado (áreas denominadas neste trabalho por A1, assim como outras não se adaptam às condições de solo seco A3.²⁸

2.2 – Interação Direta com o Ecossistema Aquático

Funcionalmente, segundo Lima e Zakia (2004) e Barella et al. (2004), existe uma interação permanente entre a vegetação ripária (vegetação ciliar), os processos geomorfológicos e hidráulicos do canal e a biota aquática. Isso se deve à estabilização das margens pelas raízes das espécies ciliares, ao abastecimento contínuo do canal com material orgânico fino e grosseiro e à manutenção do equilíbrio térmico no sistema (ver maiores detalhes em Apêndice – A1.2).

2.3 – Função sobre o Ecossistema Terrestre

Existem evidências e estudos que revelam a fundamental importância das matas ciliares para os mamíferos em geral. E assim, de uma forma geral, podem ser citadas:

²⁸ As áreas temporariamente encharcadas são denominadas A2.

- A sua função de abrigo para os animais que habitualmente utilizariam os habitats adjacentes na busca de alimento e segurança (MARINHO FILHO; REGIS, 1989; ALHO, 1990 apud MARINHO FILHO; GASTAL, 2004);
- O provimento de água e alimento, principalmente nas épocas mais secas, para as espécies que normalmente os procurariam em áreas abertas, em tempos de clima mais favorável;
- Ajudando na manutenção de uma biodiversidade biológica de alto nível nas áreas abertas, devido à alta complexidade estrutural dos próprios sistemas ciliares (nas zonas ripárias);
- Podem funcionar como refúgio em episódios de fogo e queimadas (ALHO, 1981 apud MARINHO FILHO; GASTAL, 2004), embora seja uma teoria controversa e contestada;
- E funcionando como corredor ecológico de alta diversidade biológica.

As funções exercidas como corredores ecológicos (segundo MARTINS et al., 1998 e NUNES et al., 2005) e as influências sobre a avifauna local, bem como outros detalhes, são descritos no Apêndice (A1.3).

2.4 – Heterogeneidade Florística das Matas Ciliares

Devido a diversas variáveis climáticas, fitológicas e de técnicas de plantio ou regeneração natural (listadas no Apêndice A1.4), são inúmeras as espécies encontradas nas formações ciliares brasileiras, das quais várias são destacadas por Rodrigues e Nave (2004) e Martins (2001). E como afirma Melo (2004), todas estas espécies listadas pelos autores são classificadas segundo alguns grupos ecológicos sucessionais (ver Quadro 3) no intuito de padronizar e viabilizar a utilização destas espécies nos projetos de reflorestamento, como será visto mais a diante nos modelos de reflorestamento.

GRUPO ECOLÓGICO				
CARACTERÍSTICAS	Pioneiras	Secundárias iniciais	Secundárias tardias	Clímax
Crescimento	Muito lento	Rápido	Médio	Lento ou muito lento
Madeira	Muito leve	Leve	Mediamente dura	Dura e pesada
Tolerância à sombra	Muito intolerante	Intolerante	Tolerante no estágio juvenil	Tolerante
Regeneração	Banco de sementes	Banco de plântulas	Banco de plântulas	Banco de plântulas
Dispersão de sementes	Ampla (zoocoria c/alta diversidade de dispersores); anemocoria; a grandes distâncias	Restrita (barocoria); ampla (zoocoria c/poucas espécies; anemocoria; a grandes distâncias)	Principalmente vento	Ampla (zoocoria c/grandes animais) e restrita (barocoria)
Tamanho das sementes e frutos	Pequeno	Médio	Pequeno à médio; sempre leve	Grande e pesado
Dormência de sementes	Induzida (foto ou termo regulada)	Sem	Sem	Inata (imaturidade do embrião)
Idade da 1ª reprodução	Permaturo (1 a 5 anos)	Intermediária (5 a 10 anos)	Relativamente tardia (10 a 20 anos)	Tardia (> 20 anos)
Dependência de polinizadores específicos	Baixa	Alta	Alta	Alta
Tempo de vida	Muito curto (até 10 anos)	Curto (10 a 25 anos)	Longo (25 a 100 anos)	Muito longo (>100 anos)

Quadro 3 – Características do Ciclo de Vida dos Componentes Arbóreos dos Diferentes Grupos Sucessionais das Florestas Tropicais das Américas

Fonte: Ferreti et al., 1995 apud Melo, 2004.

Capítulo 3

TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES

3.1 – Atividades Recomendadas para Recuperação de Formações Ciliares

Na tentativa de recuperação dos processos ecológicos proporcionados pelas formações (matas) ciliares, algumas atividades são recomendadas por Gandolfi e Rodrigues (1996) e Rodrigues e Gandolfi (1996 e 1998), apud Rodrigues e Gandolfi (2004). Eles relacionam dez grupos de atividades que podem ser aplicadas, a depender das necessidades e da atual situação da área degradada. São elas (listadas no Apêndice – A2): isolamento da área; retirada dos fatores de degradação; eliminação seletiva ou desbaste de espécies competidoras; adensamentos de espécies com o uso de sementes ou mudas; enriquecimento de espécies com o uso de sementes ou mudas; implantação de consórcio de espécies com o uso de sementes ou mudas; indução e condução de bancos de sementes da área; transferência ou transplante de bancos de sementes de outras áreas; implantação de espécies pioneiras atrativas da fauna; e enriquecimento com espécies de interesse econômico.

Para os fins deste trabalho, a recuperação (ou o florestamento) de matas ciliares se dá através do consórcio de espécies, com a utilização do isolamento da área plantada e a retirada dos fatores de degradação, além da eliminação seletiva ou desbaste de espécies competidoras.

Os processos de regeneração natural também são considerados em áreas parcialmente degradadas que apresentam resquícios de matas nativas, pois, nestas áreas, pressupõe-se a evolução natural destes remanescentes (maiores detalhes em Apêndice - A2.1).

Além disso, encontram-se no Apêndice (A2) alguns aspectos técnicos mostrados por Paiva e Gomes (2000 apud MARTINS, 2001) e por Martins (2001) sobre a seleção de espécies, a coleta de sementes, e a produção de mudas, em atividades de reflorestamento, quando necessário.

A seguir, as técnicas utilizadas para o reflorestamento/florestamento, a partir do consórcio das espécies mencionadas (dispostas em modelos sucessionais) e da regeneração natural (em algumas áreas), são expostas. Vale lembrar que elas serão consideradas para o desenvolvimento do modelo de viabilidade econômica proposto por este trabalho.

3.2 – Técnicas para a Implementação das Matas Ciliares

Uma sequência básica e indispensável de técnicas para o reflorestamento de matas ciliares é descrita por Martins (2001) e resumida a seguir. Porém, é importante ressaltar que os aspectos relacionados até agora neste trabalho (incluindo-se o Apêndice) devem ser considerados para que um projeto de reflorestamento ciliar atinja o êxito esperado. Assim, devem ser avaliadas as condições ecológicas, sociais e econômicas da área a ser recuperada (ou florestada), antes da elaboração do projeto, levando-se em consideração aspectos como a fertilidade e o estado de conservação do solo, os aspectos hídricos da zona ripária (área ciliar) e a largura do curso d'água, a análise e a consideração da presença de remanescentes de vegetação arbórea nativa na área ou nas proximidades, a topografia, o tipo de atividade agropecuária no entorno da área ciliar e aspectos relacionados às comunidades e empresas instaladas próximo à área de recuperação.

Vale lembrar que estas técnicas descritas a seguir são consideradas pelo modelo proposto neste trabalho e podem ser adequadas a depender da simulação desejada.

3.2.1 – Isolamento da Área

Martins (2001) refere-se às medidas de isolamento das áreas ciliares para os remanescentes ainda encontrados, ou que estão sendo recupera-

dos. De forma semelhante, e no intuito de servirem ao mesmo propósito, estas medidas de isolamento poderiam ser utilizadas quando da aplicação do projeto de reflorestamento de áreas degradadas.

A primeira medida é a instalação de cercas de proteção ao redor das áreas, principalmente nos casos em que as atividades agropecuárias do entorno envolvam grandes animais, que poderiam causar enormes prejuízos ao passarem para a área do projeto.

Também pode ser muito importante a utilização e manutenção de aceiros (áreas descampadas) com largura entre 3 a 5 metros, o que deve proteger a área de possíveis incêndios. Vale destacar a função fundamental dos aceiros em regiões onde é plantada a cana-de-açúcar e cuja colheita é feita mediante a sua queima.

A última medida de proteção é muito importante, principalmente, para amenizar os impactos das atividades agrícolas sobre a área ciliar e constitui-se da implantação de uma zona tampão onde podem ser utilizados os chamados sistemas agroflorestais (SAF), que compreendem os cultivos consorciados de espécies arbóreas com culturas agrícolas e/ou animais.

3.2.2 – Limpeza da área e preparo do solo

As áreas marginais dos cursos d'água, pertencentes às zonas ripárias, normalmente constituem-se de ambientes frágeis devido ao relevo irregular (e portanto instável), ao regime do lençol freático, à força física da água, entre outros. Assim, é importante que se evite provocar grandes alterações no solo devido a prováveis processos erosivos. A matéria vegetal morta deve ser mantida *in loco* para servir de manta protetora do solo e como fonte de nutrientes e matéria-prima.

Uma segunda opção é a realização de um coroamento ao redor da cova onde são plantadas as mudas. Consiste na mesma técnica, porém apenas em um círculo de aproximadamente 80cm. Demonstrando-se ser uma técnica mais interessante para aprovação do projeto de MDL (devido à menor perda inicial de biomassa), caso exista a intenção. Assim, a maior parte do solo continuaria protegida, pela vegetação herbácea (remanescente), contra a erosão. Porém, o monitoramento sobre as mudas deve ser ainda mais eficaz e, se necessário, os coroamentos devem ser refeitos.

3.2.3 – Combate às formigas cortadeiras

Normalmente são formigas “saúvas” ou “quenquéns” e podem provocar muitos danos às mudas e até aumentar a mortalidade destas.

Dentre os principais métodos de combate, os mais utilizados são: o pó seco, consistindo da aplicação direta (com bomba insufladora) do pó formicida²⁹ no formigueiro (é uma técnica indicada para formigueiros pequenos); e a isca granulada, que deve ser acondicionada em pequenas embalagens de 10g cada, para evitar a exposição do produto (as formigas cortam o saco e levam as iscas para o formigueiro),³⁰ e a aplicação deve ser realizada em épocas secas para não danificar o produto. Nos casos de reflorestamento, a segunda opção é mais adequada, uma vez que a aplicação é mais segura e menos tóxica ao ambiente.

Por fim, vale lembrar que o combate a estas formigas deve ser realizado na área de plantio e em até 100m adjacentes a esta área, além de ser realizado um monitoramento mensal para rever a necessidade de uma nova atividade de combate.

3.2.4 – O Coveamento para as mudas

Normalmente, sobretudo quando a camada superficial do solo apresenta-se bem degradada, quanto maior a cova maior o crescimento inicial das mudas. De qualquer forma, Martins (2001) considera covas de 40cm x 40cm x 40cm bastante adequadas para o plantio manual.

Independentemente do tamanho das covas, é importante observar uma adequada marcação destas, de acordo com o modelo de plantio proposto no projeto.

3.2.5 – Calagem e adubação

Existem modelos de recuperação ciliar que não preveem a calagem e a adubação, por buscarem um comportamento das mudas mais próximo do que seria “natural”. Porém, dados o estado de empobrecimento do

²⁹ Na verdade, muitos produtos e misturas têm sido testados e dependem do grau de infestação. Mas, dentre eles, um produto recomendado é a Detrametrina (Deltametrin), numa proporção de 10g do produto para cada m² de terra solta.

³⁰ Os produtos mais recomendados são o Fipronil e a Sulfluramida, ambos na proporção de 10g por m² de terra solta.

solo, devido muitas vezes à utilização agrícola, e a competição que deve existir entre as mudas e as espécies invasoras, torna-se necessária a utilização de fertilizantes e calcários sobre o solo.

Uma análise físico-química do solo é indicada para a adequada utilização dos corretivos e da adubação, visto que existe uma grande variedade do estado do solo e dos tipos de degradação ocorridos nas diferentes regiões. Podem ser coletadas 10 ou mais amostras espalhadas na área a ser plantada, misturadas e levadas a um laboratório para a verificação dos teores de macro e micronutrientes, de matéria orgânica, do PH, a capacidade de troca de cátions, a soma de bases, e o percentual de argilas, siltes e areias finas e grossas (ensaio granulométrico do solo).

Martins (2001) diz que não existem formulações de fertilizantes adequadas para a maioria das espécies florestais nativas (e também para o estado de degradação e hídrico do solo) e, por esse motivo, têm sido consideradas diferentes formulações nos projetos de implantação de mata ciliar.

3.2.6 – O Plantio das mudas

É importante que o solo possua umidade suficiente para o bom estabelecimento inicial das mudas após o plantio. Por este motivo, a fase de plantio deve ser realizada em épocas chuvosas e, quando não for possível, deve-se realizar a irrigação adequada (que não deverá ser muito complicada devido à proximidade do curso d'água, ou do reservatório).

Aspectos práticos são descritos pelo autor, como, por exemplo, na ocasião da retirada dos plásticos das mudas, quando se deve tomar muito cuidado para não desfazer o torrão de terra. Assim, após posicionar a muda na cova, retira-se o saco cortado e, depois, coloca-se a mistura de terra com adubação de volta no buraco e, em seguida, realiza-se um leve apiloamento para fixação desta. No caso dos tubetes, o procedimento é o mesmo.

Vale lembrar que, logo após o plantio, as mudas devem ser irrigadas e, quando o período é chuvoso, esta primeira irrigação poderá até ser suficiente. Porém, é importante que seja feito o monitoramento adequado para analisar a necessidade de outras irrigações.

3.2.7 – Manutenção do plantio

O mesmo autor afirma que é comum encontrar recuperações onde espécies adequadas foram utilizadas, assim como os processos de implementação foram todos corretamente executados, porém a manutenção foi relaxada após alguns anos de plantio. Isso pode significar o fracasso da sucessão da mata devido a estes descuidos, pois plantios abandonados podem apresentar altas taxas de mortalidade das mudas, resultantes da ação de formigas cortadeiras e outras pragas, da deficiência de nutrientes, da competição com espécies invasoras, da infestação por trepadeiras e, também, por deficiência hídrica.

Portanto, para evitar o desperdício de tempo e recursos financeiros, bem como para não permitir a continuidade dos problemas ambientais, é estritamente recomendada a realização do monitoramento periódico e da aplicação das práticas de manutenção adequadas, sempre que necessário.

As principais práticas de manutenção são: o combate permanente às formigas cortadeiras, o coroamento ao redor das mudas ou capinas ou, ainda, a execução de roçadas (ao longo das linhas de plantio), a eliminação de trepadeiras, a adubação de cobertura e a irrigação em épocas muito secas.

Além disso, o replantio também pode ser extremamente importante e deve ser realizado após um mês de plantio, ou seja, ainda dentro do período chuvoso, bem como no início da estação chuvosa do ano seguinte. Nestes casos, é importante ter o controle das espécies que foram plantadas e realizar o replantio com mudas inicialmente maiores, uma vez que as demais (que estão no campo) já estariam com aproximadamente um ano de plantadas.

No entanto, é muito importante entender que o custo de manutenção é decrescente, uma vez que a mata passa a se consolidar, gerando sombra, o que dificulta o estabelecimento de espécies invasoras, gerando habitats para a moradia e a visita de espécies da fauna responsáveis pela dispersão de sementes, bem como pelo desenvolvimento da rede radicular das espécies plantadas, o que permite o seu desenvolvimento mesmo nas épocas mais secas.

3.2.8 – Indicadores de avaliação e monitoramento

Estes indicadores possibilitam avaliações periódicas de uma proposta de recuperação e, assim, auxiliam na verificação quanto ao alcance dos objetivos propostos no projeto, uma vez que permitem uma comparação efetiva entre estes, além de darem uma maior segurança para a recomendação das técnicas empregadas. Rodrigues e Gandolfi (2004) citam vários autores que sugerem indicadores para a verificação de formigas cortadeiras, da estrutura da comunidade de invertebrados terrestres, da fauna de médio e grande portes, de insetos, parâmetros da vegetação etc.

Tão importante quanto a definição dos indicadores de avaliação é a definição do estado que as espécies implantadas devem alcançar, para que os resultados obtidos sejam considerados satisfatórios. Pois a recuperação pode ser feita por diferentes trajetórias que visam estados finais de recomposição diferentes (ARONSON et al., 1995 apud RODRIGUES; GANDOLFI, 2004). Para tanto, alguns aspectos estruturais e funcionais da comunidade vegetal poderiam ser definidos como objetivos a serem alcançados ou até suplantados, através da definição de parâmetros como densidade da vegetação, riqueza de espécies, diversidade específica, dominância, regeneração natural etc.

Além disso, os autores ainda chamam a atenção para outras questões, como o potencial educacional destas áreas ciliares e dos próprios projetos de recuperação, através do estabelecimento de práticas de educação ambiental, como atividades relacionadas com o reconhecimento das formações ciliares, à produção de mudas, aos plantios comunitários, ao potencial medicinal e alimentício destas áreas e, finalmente, como áreas de lazer. Estes também podem ser encarados como indicadores (socioeconômicos) para a determinação do sucesso dos projetos de recuperação.

3.3 – Alguns Modelos de Plantio de Matas Ciliares

Melo (2004), Martins (2001), Rodrigues e Gandolfi (2004) demonstram diversos modelos de implementação e acompanhamento do plantio de matas ciliares. A escolha do modelo mais adequado depende de vários fatores, tais como informações sobre as condições ecológicas da área, o estado de degradação, aspectos da paisagem regional, disponibilidade de mudas e sementes e, se possível, o nível de conhecimento ecológico e silvicultural das espécies a serem utilizadas.

Como o foco deste trabalho se dá nos projetos de recuperação que seriam realizados conjuntamente com um projeto de MDL, é importante conseguir quantificar e provar o quanto de CO₂ que estaria sendo absorvido da atmosfera. Neste sentido, é interessante dar enfoque aos modelos aplicados sobre as áreas que estão bastante degradadas e que visam a um crescimento mais rápido que o da regeneração natural.

Dois grandes grupos de modelos, para áreas bastante degradadas, foram selecionados:

- Os modelos tidos como simples: caracterizados pela utilização de poucas espécies e arranjos de espécies, garantindo menor custo inicial de reflorestamento e mostrando-se efetivos na proteção inicial do solo contra a erosão. Porém, estes modelos apresentam problemas de sustentabilidade, resultando em intervenções periódicas e elevando o custo no longo prazo;
- Os modelos tidos como complexos: por outro lado, procuram imitar a natureza, ou seja, através de conhecimentos ecológicos, as funções ecológicas da mata ciliar são perseguidas, tentando-se copiá-las através de um grande número de espécies e da combinação de diversos grupos sucessionais.

Vale lembrar que, como o horizonte de um projeto de MDL é de médio e longo prazos (30 anos, quando não requerida a renovação), temos, segundo a teoria, que os modelos de reflorestamento complexos irão representar custos menos elevados, além de se adequarem aos objetivos de um reflorestamento e de um projeto de MDL bem executados, os quais convergem para a busca do desenvolvimento sustentável local e duradouro. Assim, os modelos simples só são considerados nas áreas mais próximas de remanescentes florestais (15m de distância).

Estes grupos de modelo podem ser observados em diversos casos mostrados no Apêndice (A3.1; A3.2 e A3.3), porém vale destacar aqui os modelos sucessionais, os quais independente de serem simples ou complexos, procuram reproduzir a tendência natural da sucessão das espécies florestais.

3.3.1 – Os Modelos sucessionais

Partindo do princípio de que as espécies de início de sucessão (pioneiras) devem crescer mais rapidamente e, assim, fornecer condições

necessárias para as espécies finais de sucessão (não-pioneiras), principalmente sombra (em especial na fase inicial de crescimento), foram desenvolvidos os modelos sucessionais, os quais geram os melhores resultados em termos de sobrevivência e crescimento das espécies e, em consequência disso, exercem uma melhor proteção dos fatores edáficos e hídricos. Assim, dos cinco modelos mais conhecidos dois merecem destaque:

- O plantio em linha com várias espécies (com espaçamentos que podem variar entre 3,0 x 2,0; 2,5 x 2,0; 2,0 x 2,0 metros), constituindo um modelo complexo que proporciona uma mata ciliar com maior diversidade de espécies e, portanto, mais semelhante à nativa. A floresta resultante tende a fornecer maior proteção ao solo e ao curso d'água, além de exigir pouca manutenção, sendo menos susceptível a danos causados por pragas, por doenças e por fatores ambientais como o estresse hídrico. As espécies pioneiras e não-pioneiras (secundárias, secundárias tardias e climáticas) devem ser alternadas entre linhas ou dentro das linhas, podendo ser utilizada a proporção de 60% e 40%, respectivamente, o que diminui custos e garante ganhos ecológicos como a redução mais rápida de processos erosivos e a proteção das espécies com crescimento mais tardio. Além disso, as não-pioneiras devem ser separadas em 70% de espécies abundantes e 30% das mais raras, o que ratifica a diminuição dos custos e segue uma lei natural (em média) de evolução das matas nativas;
- O outro destaque é o plantio em linha com duas espécies (modelo de plantio simples), que segue a mesma geometria anterior, porém pode concentrar-se basicamente em duas espécies (uma pioneira e outra não) com valores mais baixos de implementação. Para tanto, é estritamente necessário que existam resquícios de mata nativa próximos às áreas de plantio, garantindo o desenvolvimento em longo prazo do reflorestamento, configurando-se, assim, uma alternativa de custo mais baixo para o reflorestamento.

Os outros modelos sucessionais são:

- O plantio em quincôncio, onde uma muda de não-pioneira fica entre quatro mudas de espécies pioneiras;
- O plantio em módulos, indicado por Rodrigues et al. (1992) e Gandolfi (1998, 2000 apud MARTINS, 2001), onde a distribuição dos módulos de plantio deve ser baseada nas características adaptati-

vas e biológicas das espécies que irão compor o módulo. Ou seja, é permitida uma série de adaptações visando à implantação daquelas espécies mais adaptadas para cada ambiente a ser recuperado;

- O plantio adensado, proposto por Pina-Rodrigues et al. (1997 apud MARTINS, 2001), para recuperação de áreas degradadas de Mata Atlântica, principalmente nos casos de encostas ocupadas por gramíneas invasoras. O plantio é executado com espaçamento de 1,0 x 1,0 metro, com linhas de pioneiras seguidas de linhas com pioneiras e não-pioneiras intercaladas. É um modelo mais caro, porém reduz os custos de manutenção, devido à cobertura mais rápida do solo, protegendo-o e inibindo o crescimento das espécies invasoras.

Além destes, existem os modelos de recuperação, baseados na regeneração natural, e os modelos de restauração de remanescentes, que devem ser aplicados a depender das variáveis expostas no início desta seção, porém só serão adequados às condições verificadas para este trabalho, em algumas áreas, como o caso da “Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada”.

Capítulo 4

METODOLOGIA DE CÁLCULO DO MODELO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O modelo proposto neste estudo é composto por planilhas do tipo “.xls”, que interagem entre si possibilitando a simulação de diversas situações técnicas de plantio, de mercado (valor das RCEs, valor dos insumos etc.) e bióticas (características das espécies a serem plantadas), e é baseado na junção de dois aspectos metodológicos distintos e mostrados separadamente: a metodologia de levantamento dos custos de reflorestamento; e de custo-benefício econômico do projeto de MDL. Estes aspectos acabam completando-se; ao buscarem analisar a possibilidade dos custos de recuperação das matas ciliares, são parcialmente pagos pela receita dos créditos de carbono obtidos na forma de RCEs. Desta forma, é possível analisar se o projeto de MDL se paga e, ainda, o quanto dos custos de recuperação da faixa ciliar poderia ser financiado através das RCEs geradas por ele.

Por se tratar de uma análise com características temporais discretas e por ser composta por muitas equações (com suas respectivas nuances), optou-se por utilizar o critério do Valor Presente Líquido (VPL) para as decisões de investimento de capital nestas atividades, objetivando-se agrupar e comparar os custos e receitas do reflorestamento e do projeto de MDL numa mesma análise.

Como mostram Pindyck e Rubinfeld (2002) e Carlson, Zilberman e Miranowski, (1993), o VPL de um fluxo de caixa futuro pode ser dado por:

$$VPL = -C_0 - \frac{C_1}{(1+r)} - \frac{C_2}{(1+r)^2} \dots - \frac{C_m}{(1+r)^m} + R_0 - \frac{R_1}{(1+r)} + \frac{R_2}{(1+r)^2} \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n} \quad (1)$$

Onde:

VPL o Valor Presente Líquido de todo o fluxo de caixa a ser considerado; R\$

C_m custos decorrentes da atividade em questão, distribuídos por m períodos; R\$

R_n receitas decorrentes da atividade em questão, distribuídas por n períodos; R\$

r taxa de desconto considerada para a atividade; adimensional

A taxa de desconto r deve ser entendida como o retorno que a empresa (ou órgão) poderia obter em um investimento semelhante, ou seja, aquele que apresente um risco compatível com a atividade em questão (PINDYCK; RUBINFELD, 2002).

Ao se utilizar o VPL para a avaliação de investimentos, é necessário observar a valoração nominal ou real tanto do fluxo de caixa quanto da taxa de desconto. Ou seja, é importante que ambos estejam expressos nominalmente ou na forma real, simultaneamente. Os autores justificam essa imposição porque a taxa de desconto representa o custo de oportunidade do investimento e, assim, se a inflação (ou demais taxas de reajuste de preços) for considerada nos valores futuros de custos (C) e receitas (R) do fluxo de caixa, também deve ser considerada em seu custo de oportunidade.³¹ Desta forma, antes de serem aplicadas as taxas de desconto, sugere-se aqui a utilização de taxas de reajuste de preços (valores) para as atividades em questão:

$$VFF = -C_0 - C_1 \cdot (1+s) - C_2 \cdot (1+s)^2 - \dots - C_m \cdot (1+s)^m + R_0 + R_1 \cdot (1+s) + R_2 \cdot (1+s)^2 + \dots + R_n \cdot (1+s)^n \quad (2)$$

³¹ Nas simulações apresentadas a seguir, note-se que a taxa de desconto considerada é a Selic em vigor para o mês em questão. Real para os custos e receitas do MDL (pois o reajuste de preços foi considerado apenas como a inflação, sem previsão de aumentos nos preços do mercado – numa análise conservadora), e nominal nos custos de reflorestamento, onde o reajuste de preços é estimado pela evolução da média da renda do trabalhador rural.

Onde:

VFF o Valor do Fluxo Futuro;³² R\$

s taxa de reajuste de preços (valores) considerada para a atividade; adimensional

As taxas de reajuste s deverão ser dadas de acordo com índices que melhor se apliquem a cada caso e, assim, as taxas de desconto r poderão ser aplicadas em sua forma nominal (ou real, se algum reajuste diferente da inflação não for adotado).

Caso considere-se que existam riscos não-diversificáveis quanto ao investimento nesta atividade, Pindyck e Rubinfeld (2002) mostram a necessidade de se buscar quantificar um “prêmio” (valor adicionado ao custo de oportunidade) que remunere adequadamente este risco. Para o modelo em questão, visto que as RCEs geradas serão vendidas em regime de “securitização”, considera-se que o risco de mercado é zero³³ e, portanto, os únicos riscos não-diversificáveis seriam ligados à atividade de reflorestamento em si (mortalidade excessiva de espécies, incêndios...) ou a aspectos relacionados à saúde financeira da empresa (ou banco de investimentos) com quem se negociarem as RCEs geradas. Desta forma, o prêmio referente a estes riscos poderá ser considerado na escolha da taxa de desconto dada como entrada neste modelo.³⁴

Obs:

Quando as taxas de desconto ou reajuste forem não-efetivas (também chamadas de nominais), devem ser divididas de acordo com o número de períodos que se queira capitalizar. Porém, quando já se tratar de uma taxa efetiva e se desejar encontrar alguma outra equivalente com outro período de capitalização, deve-se adotar a equivalência das taxas:³⁵

$$(1 + i)^m = (1 + j)^k \quad (3)$$

32 Denominado assim neste trabalho.

33 O modelo proposto neste estudo pode considerar o pagamento antecipado pelos créditos de carbono a serem gerados no futuro, mitigando os riscos de desempenho e financeiro, ou o pagamento nas datas de certificação das RCEs, de um valor já preestabelecido na data zero de realização do contrato de securitização.

34 Este modelo não calcula os prêmios referentes a riscos do investimento, mas aceita a inclusão dos prêmios na forma de alterações das taxas de desconto.

35 Muito utilizada nos estudos de caso para transformar a Selic efetiva anual em uma equivalente mensal.

Onde:

i é a taxa que se deseja encontrar, equivalente à taxa j , com um determinado período de capitalização; adimensional

j é a taxa efetiva que se conhece, com período de capitalização diferente de i ; adimensional

m , k são os expoentes que representam o número de períodos de capitalização dentro de uma referência; adimensional. Ex: Se a referência é 1 (um) ano e j é a taxa efetiva anual, enquanto i a mensal, $k=1$ e $m=12$.

Visto isso, a análise de viabilidade econômica proposta é dada metodologicamente como:

$$Viab_{econ} = Rmdl_{liq} - Ctot_{ref} \quad (4)$$

Onde:

$Viab_{econ}$ o valor presente líquido final total; R\$

$Rmdl_{liq}$ valor presente da receita líquida gerada pela venda das RCEs; R\$

$Ctot_{ref}$ valor presente líquido do custo total do reflorestamento; R\$

Neste modelo, todas as variáveis financeiras temporais podem ser reajustadas para o Valor de Fluxo Futuro (VFF) através de taxas de reajuste adequadas e, posteriormente, trazidas para o Valor Presente Líquido (VPL) segundo as taxas de desconto (Selic por exemplo) apropriadas para a atividade em questão. Estas taxas são lineares e determinadas no momento da simulação pelo usuário do modelo, incidindo sobre os valores das equações de custo e receita mostradas a seguir (7 a 12, 15 a 18, 22 a 23, 25 a 31, e 32).

Para fins de análise, baseando-se no Código Florestal Brasileiro, o modelo de viabilidade considera toda a área sujeita a preservação permanente como cedida para plantio pelos proprietários, sem incorrer em custos de oportunidade e sem levar em conta outros aspectos jurídicos relacionados à propriedade rural. Desta forma, as únicas áreas sujeitas a pagamento de compensações (simplificadamente na forma da compra destas áreas) seriam as que externassem os limites legais (indicados mais a frente), como é o caso das áreas de aceiro e zonas-tampão.

Toda a teoria descrita neste capítulo é utilizada nos estudos de caso e simulações propostos neste trabalho.

4.1 – Análise dos Custos de Reflorestamento

A estimativa dos custos de recuperação (reflorestamento) das faixas ciliares é calculada nas experiências de Martins (2001) e Rodrigues e Leitão Filho (2004). Em suas obras, aspectos biológicos e técnicos foram levantados e, assim, adicionados a entrevistas realizadas com profissionais do setor de irrigação e biólogos da Usina Coruripe³⁶ (localizada na região da Mata Sul do Estado de Alagoas), o que possibilitou a compilação de todas as informações necessárias para a estruturação desta etapa do modelo econômico.

Vale lembrar que as várias entradas de valores e prazos são necessárias e que estão descritas no Quadro 11, no fim desta seção.

O custo total das ações de reflorestamento é dado por:

$$C_{tot_{ref}} = C_{equip} + C_{impl} + C_{man} \quad (5)$$

Onde:

$C_{tot_{ref}}$ custo total do reflorestamento, em valor presente; R\$

C_{equip} ³⁷ custo de compra de equipamentos; R\$

C_{impl} custo, em valor presente, das atividades de implementação da recuperação; R\$

C_{man} custo, em valor presente, das atividades de manutenção da área recuperada; R\$

O C_{equip} é dado apenas pelos preços unitários dos equipamentos e suas respectivas quantidades. Valendo lembrar que podem ser considerados também os viveiros, algumas construções de apoio e até a compra de equipamentos de irrigação, como mostra a Quadro 4.

³⁶ A Usina Coruripe é tida como um marco da região (Zona da Mata alagoana), devido à sua experiência no reflorestamento de matas ciliares, visto que alguns quilômetros do rio de mesmo nome, que corta suas terras, já têm sido recuperados nos últimos anos.

³⁷ O modelo considera que os equipamentos são comprados para a implementação das atividades de reflorestamento, ou seja, que já são dados no seu valor presente.

EQUIPAMENTOS	DESCRIÇÃO
Viveiros	Instalação completa
Construções diversas	Acampamento
	Almoxarifado
	Banheiro
	Casa de bomba
	Outros
Ferramentas manuais	Enxada
	Pá
	Foice
	Tesoura
	Motosserra
	Borrifador
	Outros
Sistema de irrigação	Motor
	Bomba
	Equipamento de transporte
	Conjunto de tubulações
	Conjunto de mangueira
	Outros

Quadro 4 – Descrição dos Equipamentos Possivelmente Comprados

Fonte: Elaboração do Autor.

Já as atividades de implementação poderão ser realizadas em até seis meses, visto que é um processo demorado e que deve ser executado em épocas chuvosas, dando prioridade à aplicação dos modelos de plantio que ficam nas regiões mais secas nos dias chuvosos. Desta forma, o *Cimpl* é dado através da soma dos valores presentes para cada um dos seis meses de implementação da recuperação ciliar.

Os modelos de plantio, como descritos no Capítulo 6, dividem-se em seis tipos, além da regeneração natural, processo pelo qual a mata se reconstitui apenas devido à anulação de atividades antrópicas que seriam regularmente exercidas sobre a área (coleta de madeira, queimadas etc.). Estes modelos de recuperação são:

- 1: modelo homogêneo, utilizado para áreas próximas de resquícios de mata (adotou-se, no estudo de caso I, uma distância de 15m). Essas áreas podem ser classificadas em três tipos: A – “Área permanentemente encharcada”, B – “Área com encharcamento temporário”; ou C – “Área bem drenada, livre de inundações”;
- 2: modelo heterogêneo, que, apesar de ser um pouco mais caro e de complexa implantação (devido à dificuldade de se conseguirem mudas ou sementes – para a própria produção de mudas – de espécies distintas), é o mais indicado, principalmente para aquelas áreas mais distantes de resquícios de matas naturais. Este também pode ser dos três tipos mostrados acima;
- Regeneração natural simples: em áreas de matas descaracterizadas e que podem regenerar-se através de um processo natural e ainda mais adequado (o modelo econômico considera apenas o uso de Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada, visto que é uma formação que apresenta muitas espécies nativas).

Enquanto isso, as atividades de manutenção se darão, no máximo, em todo o prazo de vigência do projeto de MDL e, assim, o modelo econômico considera a possibilidade de escolha que vai de 0 a 30 anos³⁸ de manutenção, de acordo com as atividades do Quadro 5, e suas respectivas entradas.

O *C_{man}* é dado pelo valor presente de cada atividade, que pode ser realizada em um prazo de até 30 anos e com frequências distintas, a depender das entradas para cada medida a ser tomada.

Estas atividades do Quadro 5 vão compor *C_{impl}* e *C_{man}*, de acordo com as características dos usos do solo existente às margens do corpo d’água (rio ou lago/ reservatório), que é dividido em áreas ou polígonos (entrada em ha), de acordo com cada tipo de uso e com a proximidade de resquícios de mata. Estas áreas, quando localizadas à margem direita do rio, são denominadas de “extrato 1”; e à margem esquerda, de “extrato 2”.

³⁸ Período de validade do registro da atividade de projeto florestal sem direito a renovação. É o período considerado pelo modelo, embora existam ainda muitas incertezas quanto ao mercado de carbono no período pós-comprometimento (após 2112).

FASE	ATIVIDADES	
Implementação	Plantio das espécies	Preparação do terreno
		Cova e coroamento (Modelo 1)
		Cova e coroamento (Modelo 2)
		Muda (modelo 1-A)
		Muda (modelo 1-B)
		Muda (modelo 1-C)
		Muda (modelo 2-A)
		Muda (modelo 2-B)
		Muda (modelo 2-C)
	Proteção com cerca ¹	
Proteção com aceiro ¹		
Proteção com zona-tampão ¹		
Manutenção	Adubação	Modelo 1-A
		Modelo 1-B
		Modelo 1-C
		Modelo 2-A
		Modelo 2-B
		Modelo 2-C
	Irrigação	
	Limpeza e manutenção	
Combate a formigas		

Quadro 5 – Descrição das Atividades de Implementação e Manutenção

Fonte: Elaboração do Autor, com dados obtidos em Martins, 2001; Rodrigues e Leitão Filho, 2004.

Nota: 1 Atividades que podem ser aplicadas nas áreas de regeneração natural simples.

A área a ser considerada deve ser levantada como uma faixa ciliar, no entorno do rio ou reservatório, e a entrada dos valores no modelo deve ser realizada respeitando-se o Código Florestal Brasileiro instituído pela lei federal nº 4.771, de 15/09/1965, e alterado pelas leis federais nº 7.511/86 e 7.803/89 (apud VENTURA, 1996), o qual determina que:

Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a. Ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1. De 30 (trinta) metros para cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
2. De 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
3. De 100 (cem) metros para cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
4. De 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
5. De 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b. Ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

Nas nascentes, ainda que intermitentes nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

Outro ponto importante é relacionado ao uso do solo. De acordo com o Mapa de Vegetação e Uso do Solo na Região do Complexo Estuário Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM), (em ANA, 2005), estes usos são: I - Mata Atlântica de Encosta; II - Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada; III - Mata de Restinga; IV - Mata de Restinga Descaracterizada; V - Manguezal; VI - Mata Ciliar; VII - Campo de Várzea; VIII - Cultura Permanente (coco); IX - Cultura Temporária (cana); X - Pastagem; XI - Solo Exposto; XII - Área Urbana; XIII - Uso não-identificado;³⁹ XIV - Corpo d'água. Dentre estes, os usos do solo sujeito a plantio com os modelos apresentados são VII, IX, X e XI, além da regeneração natural simples a ser aplicada na Mata Atlântica de encosta descaracterizada (II), uma vez que se apresenta como um importante resquício de espécies nativas da região e que, portanto, deve ser regenerada.

Assim, para que essas atividades fossem atribuídas a cada área, e seus respectivos usos do solo, foi criada uma matriz com variáveis *dummy* onde se atribui sim (1) ou não (0) para cada atividade de implementação e manutenção. Ver o Quadro 6.

³⁹ A não-identificação do uso do solo deve-se a cobertura de nuvens presentes na cena, situação encontrada em todas as passagens do satélite na região. (Em ANA, 2005).

USO DO SOLO	Dummy 1	Dummy 2	Dummy 3	Dummy 4	Dummy 5	Dummy 6	Dummy 7	Dummy 8
	REFLO. (mudas)	COVAS E COROA.	PREP. TERR.	ISOLA.	ADUB.	IRRIG.	LIMP.	COMB. FORMIG.
I	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	1	0	0	1	1
III	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	1	1	1	1	1	1	1	1
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	1	1	1	1	1	1	1	1
X	1	1	1	1	1	1	1	1
XI	1	1	1	1	1	1	1	1
XII	0	0	0	0	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0	0	0	0
XIV	0	0	0	0	0	0	0	0

Quadro 6 – Descrição das Variáveis dummy por Uso do Solo

Fonte: Elaboração do Autor, baseado em Martins, 2001.

As *dummy's* servem para determinar, segundo a literatura apresentada anteriormente, quais atividades são de fato aplicáveis para cada uso do solo. Porém, no caso das atividades de manutenção, também existem entradas do tipo:

- SIM ou Não para a execução da atividade de manutenção;
- A frequência de execução desta atividade (em um ano);
- O prazo de duração da atividade (em anos).

Segundo as técnicas demonstradas por Martins (2001), algebricamente, pode-se escrever:

$$C_{impl} = C_{prep} + C_{cov} + C_{mud} + C_{cer} + C_{ceci} + C_{tam} \quad (6)$$

$$C_{prep} = \sum_{t=1}^6 \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{i=1,2}^n \sum_{a=1}^n Dummy3 \cdot A_{plant\ aijt} \cdot P_{prep} \quad (7)$$

$$C_{cov} = \sum_{t=1}^6 \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{i=1,2}^n \sum_{a=1}^n Dummy2 \cdot Q_{plant\ aijt} \cdot P_{cov} \quad (8)$$

$$C_{mud} = \sum_{t=1}^6 \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{i=1,2}^n \sum_{a=1}^n Dummy1 \cdot Q_{plant\ aijt} \cdot P_{mud\ j} \quad (9)$$

$$C_{cer} = \sum_{t=1}^6 \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{i=1,2}^n \sum_{a=1}^n Dummy4 \cdot \frac{(A_{plant\ aijt} + A_{regNat\ aijt})}{L_{faixa}} \cdot P_{cer} \quad (10)$$

$$C_{ceci} = \sum_{t=1}^6 \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{i=1,2}^n \sum_{a=1}^n Dummy4 \cdot \frac{(A_{plant\ aijt} + A_{regNat\ aijt})}{L_{faixa}} \cdot L_{ceci} * (P_{ceci} + P_{oport}) \quad (11)$$

$$C_{tam} = \sum_{t=1}^6 \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{i=1,2}^n \sum_{a=1}^n Dummy4 \cdot \frac{(A_{plant\ aijt} + A_{regNat\ aijt})}{L_{faixa}} \cdot L_{tam} * (P_{tam} + P_{oport}) \quad (12)$$

$$Q_{plant\ aijt} = \frac{A_{plant\ aijt}}{x \cdot y} + 2 \cdot \sqrt{\frac{A_{plant\ aijt}}{x_j \cdot y_j}} + 1 \quad (13)$$

Onde:

C_{prep} custo, em valor presente, de preparo do terreno para plantio; R\$

C_{cov} custo, em valor presente, de coveamento e coroamento; R\$

C_{mud} custo, em valor presente, de plantio das mudas em sitio; R\$

C_{cer} custo, em valor presente, de implantação de um possível cercado; R\$

Cacei custo, em valor presente, de implantação de um possível aceiro; R\$

Cacei custo, em valor presente, de implantação de uma possível zona-tampão; R\$

$A_{plant\ aijt}$ área, a receber plantio, de cada polígono extraído segundo seus usos do solo; ha

$A_{regNat\ aijt}$ área, a receber regeneração natural, de cada polígono extraído segundo seus usos do solo; ha

$Q_{plant\ aijt}$ quantidade das unidades de mudas (cova/coroamento) inseridas por ha (Fonte: Elaboração própria, segundo modelos de plantios sucessionais mostrados em Martins, 2001); adimensional

x_j distância horizontal média entre as mudas a serem plantadas por modelo de plantio j (entradas distintas); m

y_j distância vertical média entre as mudas a serem plantadas por modelo de plantio j (entradas distintas); m

L_{faixa} largura da faixa ciliar de proteção permanente segundo o Código Florestal Brasileiro, a qual será recuperada; m

Lacei largura do aceiro possivelmente implementado; m

Lacei largura da zona-tampão possivelmente implementada; m

P respectivos preços unitários de cada atividade; R\$ / (por unidade ou ha)

Coport custo de oportunidade pelo uso da área (de aceiros e zonas-tampão) fora da região de preservação permanente. Por simplificação, é determinado pelo preço da unidade de área; R\$ / ha

a quantidade de cada área (polígono) existente em cada extrato;

i extrato 1 = margem direita, e extrato 2 = margem esquerda (no caso de lago, existe apenas um extrato)

t meses de plantio admitidos pelo modelo (de 1 a 6);

j modelos de plantio admitidos pelo modelo (1-A, 1-B, 1-C, 2-A, 2-B ou 2-C).

A atividade de plantio de mudas é a única que pode ter as $A_{plant\ aijt}$ alocadas distintamente segundo todos os modelos, tipos e meses de plantio. O coveamento/coroamento e a adubação podem assumir formatos (densidade de covas e de aplicação de adubo) distintos segundo os modelos 1 e 2; além disso, cada uma das $A_{plant\ aijt}$ podem ser executadas em qualquer um dos seis meses. As demais atividades possuem as mesmas características para qualquer modelo, sendo diferenciadas apenas quanto à sua data de execução para cada quantidade de área (polígono).

Estas diferenciações se dão pela entrada de três características no modelo econômico:

- Proximidade de resquícios de mata (ciliar ou encosta): “SIM” = Modelo 1 e “NÃO” = Modelo 2;
- Encharcamento do solo: “Área permanentemente encharcada” = A, “Área com encharcamento temporário” = B, ou “Área bem drenada, livre de inundação” = C;
- Mês de plantio: De “1” a “6”.

Já as atividades de manutenção são consideradas apenas para as áreas que receberão plantio e, assim, baseando-se nas técnicas demonstradas por Martins (2001), o $Cman$ pode ser escrito algebricamente como:

$$Cman = Cadub + Cirrig + C\ lim + Ccomb \quad (14)$$

$$Cadub = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{a=1}^n \sum_{i=1,2} Dummy5 \cdot Q_{plant\ aijt} \cdot Padub \quad (15)$$

$$Cirrig = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{a=1}^n \sum_{i=1,2} Dummy6 \cdot A_{plant\ aijt} \cdot Pirrig \quad (16)$$

$$C\ lim = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{a=1}^n \sum_{i=1,2} Dummy7 \cdot A_{plant\ aijt} \cdot P\ lim \quad (17)$$

$$Ccomb = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1-A}^{2-C} \sum_{a=1}^n \sum_{i=1,2} Dummy8 \cdot A_{plant\ aijt} \cdot Pcomb \quad (18)$$

Onde:

$Cadub$ custo, em valor presente, da possível adubação do terreno durante o período determinado para esta atividade; R\$

C_{irrig} custo, em valor presente, da possível irrigação do terreno durante o período determinado para esta atividade; R\$

C_{lim} custo, em valor presente, da possível limpeza (flora invasora, lixo etc.) do terreno durante o período determinado para esta atividade; R\$

C_{comb} custo, em valor presente, do possível combate a formigas no terreno e adjacências durante o período determinado para esta atividade; R\$

P respectivos preços unitários de cada atividade; R\$/ (por unidade ou ha)

t anos de execução da atividade de 1 a T (máximo de 30 para projetos de MDL sem renovação);

A atividade de adubação é a única, de manutenção, que pode ter as $A_{planta_{ijt}}$ alocadas distintamente segundo todos os modelos, tipos e anos de execução (e é dada pela quantidade de plantas adubadas). As demais atividades possuem as mesmas características para qualquer modelo de plantio e podem ser diferenciadas apenas quanto a sua intensidade (frequência de aplicação) nos anos de execução.

O combate às formigas forrageiras, na verdade, é executado também na área do entorno do plantio, mas como não se pode precisar em um pré-projeto, onde será necessária a aplicação dos formicidas, o modelo de viabilidade econômica considera como sendo a área total de plantio.

4.2 – Análise dos Custos e Receitas Geradas pela Atividade de Projeto de MDL

A atividade de projeto de MDL possui altos custos, denominados custos de transação, que se devem ao complexo e demorado trâmite do projeto, desde sua pré-concepção até a emissão e negociação das RCEs. Por outro lado, caracteriza-se como a única fonte de receita considerada (neste modelo econômico, pelo menos) para a recuperação de matas localizadas em áreas de preservação permanente.

Desta forma, a receita líquida gerada pela implementação de uma atividade de projeto de MDL, para um reflorestamento de mata ciliar, é estimada pela diferença entre a receita gerada pela venda das RCEs e os custos de transação envolvidos. Algebricamente:

$$R_{mdl}_{liq} = R_{rce}'s - C_{trans} \quad (19)$$

A descrição mais detalhada dos itens que compõem os custos de transação, bem como da receita líquida gerada, encontra-se nas subseções abaixo.

4.2.1 – Os Custos de transação

Os custos de transação da atividade de projeto de MDL ocorrem em duas fases. A pré-implementação, que compõe todos os custos decorrentes dos processos até o registro da atividade de projeto pelo Conselho Executivo do MDL, o que pode incorrer em meses ou até anos de tramitação. Neste caso, o modelo econômico, prevê um prazo de até 24 meses de trâmite, e os custos podem ser levados a seus valores futuros, com suas respectivas taxas de variação mensais e, depois, trazidos com uma taxa de desconto admitida para cada etapa. Já a fase de implementação compõe todo o processo que deverá ocorrer após o registro da atividade de projeto, e até a emissão e venda das RCEs, o que deve durar o prazo previsto para o projeto em anos. Estes valores também podem ser levados para o futuro e trazidos da mesma forma ao presente, porém admitindo agora taxas anuais. Além, é claro, dos meses necessários para o registro, que também são considerados para a obtenção dos valores presentes dos custos de transação. O Quadro 7 mostra com mais detalhes as etapas deste trâmite.

FASE	ETAPA
Pré-implementação	Pré-desenvolvimento
	DCP
	Aprovação pela AND
	Validação pela EOD
	Legal / Contratante
	Registro pelo conselho executivo
Implementação	Monitoramento
	Primeira Verificação
	Outras Verificações
	Primeira Certificação / Emissão de RCEs
	Outras Certificações / Emissão de RCEs
	Despesas administrativas e taxações

Quadro 7 – Fases e Etapas de uma Atividade de Projeto de MDL

Fonte: Elaboração do Autor, baseado em CPMDL, 2007.

Assim, é necessária a entrada de dados como:

- O tempo esperado (em meses) para a realização das etapas da pré-implementação;
- O tempo esperado (em anos) e a frequência (em anos) para a realização das etapas da implementação;

Diante do exposto, pode-se demonstrar o cálculo da estimativa dos custos de transação como a seguir:

$$C_{trans} = C_{preim} + C_{im} \quad (20)$$

Onde:

C_{trans} custo de transação total, em valor presente; R\$

C_{preim} custo, em valor presente, da fase de pré-implementação; R\$

C_{im} custo, em valor presente, da fase de implementação; R\$

A fase de pré-implementação é descrita algebricamente como:

$$C_{preim} = (C_{predes} + C_{dcp} + C_{aprov} + C_{valid} + C_{leg} + C_{reg}) \cdot T_{US\$/R\$} \quad (21)$$

SE $EC_{anvo} < 15.000$:

$$C_{reg} = EL \cdot Pr eg_{<15} \quad (22)$$

SE NÃO

$$C_{reg} = (15.000 \cdot Pr eg_{<15}) + (EL - 15.000) \cdot Pr eg_{>15} \quad (23)$$

Onde:

C_{predes} custo, em valor presente, da etapa de pré-desenvolvimento do projeto; R\$

C_{dcp} custo, em valor presente, da etapa de desenvolvimento do DCP; R\$

C_{aprov} custo, em valor presente, da etapa de aprovação do projeto pela EOD designada; R\$

C_{valid} custo, em valor presente, da etapa de validação do projeto pela AND brasileira; R\$

C_{leg} custos legais envolvidos, para os contratantes (em valor presente); R\$

C_{reg} custo, em valor presente, da etapa de registro do projeto pelo Conselho Executivo do MDL; R\$

EC_{antr} soma da variação líquida total do estoque de carbono (medido em CO_2e), devido à ação antrópica (devido à execução do projeto – mostrado mais adiante); $t CO_2e$

$Pr_{eg<15}$ valor médio, presente, cobrado para cada unidade de $t CO_2e$ absorvida no projeto, até um montante de 15.000; R\$ / $t CO_2e$

$Pr_{eg>15}$ valor médio, presente, cobrado para cada unidade de $t CO_2e$ absorvida no projeto, acima do montante de 15.000; R\$ / $t CO_2e$

$T_{US\$/R\$}$ taxa de câmbio US\$ / R\$ atual; adimensional

Obs: Estes custos são apenas estimativas apresentadas no curso de capacitação em projetos de MDL organizado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos do Governo Federal (CGEE, 2007) e podem variar um pouco, a depender do setor e do porte deste.

A taxa de câmbio é considerada, por simplificação do modelo, como a atual em vigor. Isso acontece porque é muito difícil prever a tendência do câmbio para o horizonte total de implementação do projeto. E desta forma, também optou-se por utilizar o câmbio em vigor para a fase de pré-implementação.

Os custos da fase de implementação são dados por:

$$C_{im} = (C_{monit} + C_{ver1} + C_{ver} + C_{cert1} + C_{cert} + C_{adm} \cdot tax) \cdot T_{US\$/R\$} \quad (24)$$

$$C_{monit} = \sum_{t=1}^T C_{monit}_t \quad (25)$$

$$C_{ver} = \sum_{t>5} C_{ver}_t \quad (26)$$

$$C_{cert} = \sum_{t>5} C_{cert}_t \quad (27)$$

SE $EC_{antro} < 15.000$ então:

$$Ccert1 = EC_{antro} \cdot Pcert1_{<15} \quad (28)$$

SE NÃO:

$$Ccert1 = (15.000 \cdot Pcert1_{<15}) + (EC_{antro} - 15.000) \cdot Pcert1_{>15} \quad (29)$$

SE $EC_{antro} < 15.000$ então:

$$Ccert = EC_{antro} \cdot Pcert_{<15} \quad (30)$$

SE NÃO:

$$Ccert = (15.000 \cdot Pcert_{<15}) + (EC_{antro} - 15.000) \cdot Pcert_{>15} \quad (31)$$

Onde:

$Cmonit$ custo total, em valor presente, da etapa de monitoramento do projeto, nos T períodos; R\$

$Cver1$ custo, em valor presente, da primeira verificação por parte da EOD escolhida (o estudo de caso adota o ano nº 5); R\$

$Cver$ custo, em valor presente, das demais verificações por parte da EOD escolhida (frequência a ser escolhida – máx 10 anos); R\$

$Ccert1$ custo, em valor presente, da primeira certificação por parte do Conselho Executivo do MDL (o modelo econômico adota o mesmo período que a verificação); R\$

$Ccert$ custo, em valor presente, das certificações por parte do Conselho Executivo do MDL (o modelo econômico adota o mesmo período que a verificação); R\$

$Cadmtax$ custo, em valor presente, das despesas administrativas e taxas durante as certificações; R\$

$Pcert1_{<15} = Pcert_{<15}$ valor médio, presente, nas certificações cobrados para cada unidade de $t \text{ CO}_2e$ absorvida no projeto, até um montante de 15.000; R\$ / $t \text{ CO}_2e$

$P_{cert1}_{>15} = Pr\ cert_{>15}$ valor médio, presente, nas certificações cobrados para cada unidade de $t\ CO_2$ e absorvida no projeto, acima do montante de 15.000; R\$ / $t\ CO_2$ e

Obs:

Segundo os dados do CPMDL (2007), a primeira verificação deveria dar-se com 5 anos de projeto, já que seriam necessários alguns anos para o acúmulo de um montante razoável de CO_2 e absorvido que justificasse o gasto com os custos de transação.

4.2.2 – A Receita proveniente das RCEs

Como já exposto, pelo fato de as áreas ciliares a serem recuperadas estarem dentro da faixa protegida pelo Código Florestal Brasileiro, o modelo não considera a coleta de madeira destas matas, visto que um processo de manejo poderia afetar a biótica desse ecossistema bastante complexo.

Desta forma, a única fonte de receita considerada no modelo econômico é a formação de um estoque de carbono⁴⁰ nos sumidouros associados a estas áreas. Assim, esta parte do modelo é baseada na metodologia de cálculo de linha de base, cenário de projeto e monitoramento AR-AM0007 “*Afforestation and Reforestation of Land Currently Under Agricultural or Pastoral Use*”, aprovada pelo Conselho Executivo e baseada no “*Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*” (GPGULUCF), publicado pelo IPCC e reconhecido como um guia a ser seguido na execução de projetos de uso dos solos agrícolas ou florestais.

A AM-AR-0007 considera florestamentos e reflorestamentos em áreas utilizadas por usos agropecuários ou áreas degradadas, além da regeneração natural destas últimas áreas, e ainda as alterações futuras no cenário de linha de base.

Como é obrigatório em todas as metodologias, existem condições de aplicabilidade requeridas, às quais o modelo obedece dentro das condições específicas de recuperação de matas ciliares inseridas na região de ocorrência da Mata Atlântica:

⁴⁰ É importante frisar que os créditos de carbono florestais são baseados em estoques e não em fluxo. Ou seja, se o carbono deixar as fronteiras do projeto isso configura uma redução do estoque e seus créditos referentes não serão mais válidos.

- As áreas a serem recuperadas devem estar em uso agropecuário ou abandonadas;
- As pressões antrópicas ou mesmo naturais não permitem que a vegetação destas áreas abandonadas se regenerem naturalmente;
- O cenário de linha de base deve ser o mais plausível possível para demonstrar as mudanças existentes (e históricas) do estoque de carbono nas fronteiras do projeto;
- O estoque retido nos usos do solo com vegetação não-arbórea estão, no máximo, no estado estável. Ou seja, mesmo que seja uma cultura rotacional, a metodologia da linha de base só permite que a tendência do seu estoque não possa ser decrescente;
- O estoque de carbono no próprio solo não é considerado e, portanto, a preparação da área para plantio não pode afetar significativamente este estoque.
- Além disso, é obrigatório, para que esta metodologia se aplique ao cálculo da linha de base, que seja esperado o não-crescimento deste estoque no solo, ou que ele aumente a uma taxa menor no caso da abstinência do projeto, o que realmente ocorre em áreas de floresta;
- Processos de irrigação por inundação não são permitidos;
- Não deve ser esperado o desalojamento de proprietários de terra, o que parece bastante plausível, no caso da utilização de uma faixa estreita de terra (ciliar);
- Não pode existir o desflorestamento de áreas que já tenham resquícios de mata anteriores ao projeto.

O estoque de carbono será estimado na madeira existente sobre o solo, abaixo do solo e na serrapilheira (incluindo restos de galhos pequenos, folhas, frutos etc. – *litter*, em inglês), que compõem os subestoques considerados.

Além disso, é importante deixar claro que este modelo de análise econômica, como ferramenta para uma pré-análise de viabilidade econômica, não tem como finalidade realizar qualquer observação ou estima-

tiva sobre as atividades de monitoramento, pois seria uma etapa de uma atividade de projeto já implementada.

Assim, a receita gerada pelo incremento do estoque de carbono (medido em CO₂e) no projeto de MDL é dada por:

$$Rrce's = (EC_{antro}) \cdot Pr ce's \cdot T_{US\$/R\$} \quad (32)$$

$$EC_{antro} = EC_{proj} - EC_{lb} - EC_{vaz} \quad (33)$$

Onde:

Rrce's receita, em valor presente, da venda das RCEs durante o período de creditação (máx. de 30 anos); R\$

EC_{antro} soma da variação líquida total do estoque de carbono (medido em CO₂e), devido à ação antrópica (devido à execução do projeto); t CO₂e

EC_{proj} soma da variação líquida total do estoque de carbono (medido em CO₂e) no cenário de projeto e dentro dos seus limites; t CO₂e

EC_{lb} soma da variação líquida do estoque de CO₂e no cenário de linha de base (abstinência do projeto); t CO₂e

EC_{vaz} soma das emissões ou vazamentos ocorridos fora dos limites do projeto, porém em decorrência deste; t CO₂e

Pr ce's valor atual das RCEs*; US\$

T_{US\\$/R\\$} taxa de câmbio US\$ / R\$ atual; adimensional

O valor a ser pago pelas RCEs representa um importante aspecto limitador para uma maior acurácia do modelo, dados alguns aspectos, listados no próximo capítulo (observações sobre o modelo de viabilidade econômica).

4.2.2.1 – Estimativa da linha de base

A linha de base representa a evolução do estoque de CO₂e dentro dos limites do projeto de MDL, num cenário que ocorreria na abstinência da atividade de projeto. A metodologia aprovada, AR-AM0007, estima a linha de base em dois grandes grupos de áreas: As áreas que têm mudado

e, provavelmente, mudarão seus usos do solo com o passar do tempo; e aquelas que permanecem constantes nos anos que se seguirão. Assim, a metodologia permite uma análise dinâmica de variação da linha de base a ser extrapolada para o período de creditação.⁴¹

Primeiramente, é necessário avaliar o cenário mais plausível para a linha de base através dos usos do solo mais adequados. De forma simplificada, procurou-se utilizar os diferentes usos, listados em ANA (2005), que poderiam ser sujeitos às atividades de recuperação das matas ciliares na região da Mata Atlântica nordestina, ou seja: II – Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada; VII – Campo de Várzea; IX – Cultura Temporária (cana); X – Pastagem; e XI – Solo Exposto.⁴²

De outra forma, para estimar as taxas de alteração dos usos do solo seriam necessárias informações sobre a mesma região, porém em datas de referência distintas (a metodologia aconselha um intervalo de aproximadamente 15 anos, com a última observação sendo colhida o mais recentemente possível). Tais informações podem ser coletadas com a interpretação de fotos de satélite, com o auxílio de mapas cartográficos, de vegetação etc.

Uma vez levantadas estas informações, o modelo pode ser alimentado numa matriz, segundo as observações anteriores e recentes, para cada estrato ou margem. Ver Quadro 8.

Onde:

A_{ij} junção das áreas (polígonos) como usos do solo anterior (primeira observação) i e usos do solo recentes (segunda observação) j ; m^2

$\sum_{i=1}^5 A_{ij}$ soma das junções das áreas (polígonos) como usos do solo recente j para cada uso do solo anterior i ; m^2

$\sum_{j=1}^5 A_{ij}$ soma das junções das áreas (polígonos) como usos do solo anterior i para cada uso do solo recente j ; m^2

41 No caso de um projeto real de MDL, são necessários documentos comprobatórios de tudo que se relacionar a esta estimativa do estoque de carbono.

42 As áreas ocupadas por culturas permanentes (coco) não foram consideradas, por falta de dados sobre o crescimento temporal destas.

Extrato 1,2 (margem direita/ esquerda)	USO DO SOLO RECENTE					Soma da área anterior do estrato
	1	2	3	4	5	
USO DO SOLO ANTERIOR	Cana	Pasto	Solo ex- posto	Mata encos- ta descarac.	Campo de várzea	
Cana	A_1	A_1	A_1	A_1	A_1	$\sum A_{1j}$
Pasto	A_2	A_2	A_2	A_2	A_2	$\sum A_{2j}$
Solo exposto	A_3	A_3	A_3	A_3	A_3	$\sum A_{3j}$
Mata encosta descarac.	A_4	A_4	A_4	A_4	A_4	$\sum A_{4j}$
Campo de várzea	A_5	A_5	A_5	A_5	A_5	$\sum A_{5j}$
Soma da área re- cente do estrato	$\sum A_{i1}$	$\sum A_{i2}$	$\sum A_{i3}$	$\sum A_{i4}$	$\sum A_{i5}$	

Quadro 8 – Matriz de Entrada das Áreas por Uso do Solo Anterior e Recente para Cada Estrato

Fonte: Elaboração do Autor, com dados da AM-AR0007.

Em seguida, as mudanças do uso do solo têm suas tendências reveladas através de sua respectiva matriz, demonstrada no Quadro 9.

Extrato 1,2 (margem direita/esquerda)	USO DO SOLO RECENTE				
	1	2	3	4	5
USO DO SOLO ANTERIOR	Cana	Pasto	Solo exposto	Mata encosta descarac.	Campo de várzea
Cana	1	$A_{12}/(\Delta t \cdot \sum A_{1j})$	$A_{13}/(\Delta t \cdot \sum A_{1j})$	$A_{14}/(\Delta t \cdot \sum A_{1j})$	$A_{15}/(\Delta t \cdot \sum A_{1j})$
Pasto	$A_{21}/(\Delta t \cdot \sum A_{2j})$	1	$A_{23}/(\Delta t \cdot \sum A_{2j})$	$A_{24}/(\Delta t \cdot \sum A_{2j})$	$A_{25}/(\Delta t \cdot \sum A_{2j})$
Solo exposto	$A_{31}/(\Delta t \cdot \sum A_{3j})$	$A_{32}/(\Delta t \cdot \sum A_{3j})$	1	$A_{34}/(\Delta t \cdot \sum A_{3j})$	$A_{35}/(\Delta t \cdot \sum A_{3j})$
Mata encosta descarac.	$A_{41}/(\Delta t \cdot \sum A_{4j})$	$A_{42}/(\Delta t \cdot \sum A_{4j})$	$A_{43}/(\Delta t \cdot \sum A_{4j})$	1	$A_{45}/(\Delta t \cdot \sum A_{4j})$
Campo de várzea	$A_{51}/(\Delta t \cdot \sum A_{5j})$	$A_{52}/(\Delta t \cdot \sum A_{5j})$	$A_{53}/(\Delta t \cdot \sum A_{5j})$	$A_{54}/(\Delta t \cdot \sum A_{5j})$	1

Quadro 9 – Matriz de Taxa Anual de Mudança do Uso do Solo para Cada Estrato

Fonte: Elaboração do Autor, com dados da AM-AR0007.

¹ célula vazia porque representa a junção das áreas que não alteram seu uso do solo.

Onde:

$A_{ij}/(\Delta t \cdot \sum_{j=1}^5 A_{ij})$ junção das áreas (polígonos) como usos do solo anterior (primeira observação) i e usos do solo recentes (segunda observação) j , dividido pelo intervalo entre as observações e pela soma das junções das áreas (polígonos) como usos do solo anterior i para cada uso do solo recente j , ou seja, a taxa anual de mudança do uso do solo para A_{ij} ; anos⁻¹

Δt intervalo entre as observações; anos

Se a taxa for negativa, indica que o uso i está diminuindo entre as observações; se for positiva, indica que este uso está ocupando a área do uso j .

Para encontrar as mudanças de uso do solo para cada A_{ij} , é necessário multiplicar a taxa anual de mudança do uso do solo pela quantidade de área inicial de cada uso, ou seja, pela soma das observações mais recentes $\sum_{j=1}^5 A_{ij}$ (Quadro 10).

Extrato 1,2 (margem direita/es- querda)	USO DO SOLO RECENTE					Diminuição da área do estrato
	1	2	3	4	5	
USO DO SOLO ANTE- RIOR	Cana	Pasto	Solo exposto	Mata encosta descarac.	Campo de várzea	
Cana	1	$A_{12}/(\Delta t \cdot \sum A_{1j}) \cdot \sum A_{12}$	$A_{13}/(\Delta t \cdot \sum A_{1j}) \cdot \sum A_{13}$	$A_{14}/(\Delta t \cdot \sum A_{1j}) \cdot \sum A_{14}$	$A_{15}/(\Delta t \cdot \sum A_{1j}) \cdot \sum A_{15}$	$-\Delta A_1$
Pasto	$A_{21}/(\Delta t \cdot \sum A_{2j}) \cdot \sum A_{11}$	1	$A_{23}/(\Delta t \cdot \sum A_{2j}) \cdot \sum A_{13}$	$A_{24}/(\Delta t \cdot \sum A_{2j}) \cdot \sum A_{14}$	$A_{25}/(\Delta t \cdot \sum A_{2j}) \cdot \sum A_{15}$	$-\Delta A_2$
Solo exposto	$A_{31}/(\Delta t \cdot \sum A_{3j}) \cdot \sum A_{11}$	$A_{32}/(\Delta t \cdot \sum A_{3j}) \cdot \sum A_{12}$	1	$A_{34}/(\Delta t \cdot \sum A_{3j}) \cdot \sum A_{14}$	$A_{35}/(\Delta t \cdot \sum A_{3j}) \cdot \sum A_{15}$	$-\Delta A_3$
Mata encosta descarac.	$A_{41}/(\Delta t \cdot \sum A_{4j}) \cdot \sum A_{11}$	$A_{42}/(\Delta t \cdot \sum A_{4j}) \cdot \sum A_{12}$	$A_{43}/(\Delta t \cdot \sum A_{4j}) \cdot \sum A_{13}$	1	$A_{45}/(\Delta t \cdot \sum A_{4j}) \cdot \sum A_{15}$	$-\Delta A_4$
Campo de várzea	$A_{51}/(\Delta t \cdot \sum A_{5j}) \cdot \sum A_{11}$	$A_{52}/(\Delta t \cdot \sum A_{5j}) \cdot \sum A_{12}$	$A_{53}/(\Delta t \cdot \sum A_{5j}) \cdot \sum A_{13}$	$A_{54}/(\Delta t \cdot \sum A_{5j}) \cdot \sum A_{14}$	1	$-\Delta A_5$
Crescimento da área do estrato	$+A_1$	$+A_2$	$+A_3$	$+A_4$	$+A_5$	

Quadro 10 – Matriz de Diminuição e Crescimento das Áreas por Uso do Solo

Fonte: Elaboração do Autor, com dados da AM-AR0007.

1 célula vazia porque representa a junção das áreas que não alteram seu uso do solo.

Onde:

$-\Delta A_i$ redução da área de uso do solo i no estrato em questão; m^2

$+\Delta A_j$ aumento da área de uso do solo j no estrato em questão; m^2

E assim, a tendência de mudança nas áreas dos usos do solo é dada pela equação (29):

$$\Delta A_{uso} = +\Delta A_j - \Delta A_i \quad (34)$$

E, a partir dela, é possível extrapolar a tendência passada para os usos de cada estrato, para todos os anos de validade do projeto, apenas somando a quantidade de área inicial de cada uso, ou seja $\sum_{i=1}^5 A_{ij}$, às quantidades de áreas alteradas anualmente $\Delta A_{mud\ uso}$ para estes mesmos usos. Se passar a aumentar é porque existem mais usos i se convertendo neste dado uso j do que a conversão no sentido oposto. Se $\sum_{i=1}^5 A_{ij}$ passar a diminuir, o contrário estará acontecendo. Assim, algebricamente, a área de uso extrapolada para um ano t , para cada estrato, é dada por:

$$A_{mud\ uso\ t} = \sum_{i=1}^5 A_{ij} + t \cdot \Delta A_{mud\ uso} \quad (35)$$

Porém vale lembrar que estas mudanças de uso geram um jogo de soma 0 para unidades de área, ou seja, para cada um dos anos extrapolados, a área total do estrato continua a mesma; e que, se determinado uso do solo tiver sua área zerada, as alterações envolvendo este determinado uso devem cessar e, desta forma, os outros usos que vinham ganhando sua área permanecem estáveis, o que é evidente, uma vez que não existe unidade de área negativa.

Por fim, as áreas que permaneceram com o mesmo uso $A_{perm\ uso}$ e as que mudaram de uso $A_{mud\ uso}$ vão determinar as mudanças nos estoques de carbono que ocorreriam na abstinência do projeto:

$$EC_{lb} = EC_{mud\ uso} + EC_{perm\ uso} \quad (36)$$

Onde:

$EC_{mud\ uso}$ soma das mudanças no estoque de carbono devido às mudanças de uso do solo; t CO_2e

$EC_{perm\ uso}$ soma das mudanças no estoque de carbono nas áreas que permanecem com o mesmo uso do solo; t CO₂e

I – Linha de Base das áreas que mudam seu Uso do Solo

Para estas áreas, é considerado que suas alterações, na forma de aumentos ou diminuições das áreas preenchidas por cada uso do solo, para cada estrato, tornam-se uma tendência de alteração do estoque de carbono no tempo, visto que cada uso possui um estoque médio anual de carbono (e conseqüentemente de CO₂e).

Vale lembrar que, em todo momento, quando as áreas de determinado uso do solo aumentam, a variação no estoque de carbono será superestimada e, quando diminuem, será subestimada, o que garante uma abordagem sempre conservativa⁴³ com relação à estimativa da linha de base.

Assim, algebricamente:

$$EC_{mud\ uso} = \sum_{t=1}^{t^*} \sum_{i=1,2} \sum_{j=1}^U (C_{aum\ ij\ t} + C_{dim\ ij\ t}) \cdot PM_{CO_2-C} \quad (37)$$

Onde:

$C_{aum\ ij\ t}$ aumento do estoque de carbono em todos os subestoques devido ao crescimento da área de um determinado uso; t C

$C_{dim\ ij\ t}$ diminuição do estoque de carbono em todos os subestoques devido à queda da área de um determinado uso; t C

PM_{CO_2-C} razão entre os pesos moleculares de CO₂ e C (44/12); t CO₂/t C

i estratos 1 (margem direita) e 2 (margem esquerda)

j tipos de uso do solo (“espécies de linha de base”)

t 1,2,3... t* anos decorridos desde o começo da atividade de projeto do MDL.

E assim:

SE $A_{mud\ uso} > 0$:

⁴³ É uma característica obrigatória da estimativa de linhas de base em um projeto de MDL.

$$C_{aum\ ijt} = A_{mud\ uso} \cdot B_{ijt} \cdot FC(+)$$
 (38)

SE NÃO:

$$C_{dim\ ijt} = A_{mud\ uso} \cdot B_{ijt} \cdot FC(-)$$
 (39)

Onde:

B_{ijt} estoque médio de biomassa para cada uso do solo, por estrato e por ano; t m.s. / ha

FC fração de carbono de biomassa seca, em vegetações arbóreas ou não; t C / t m.s.

II – Linha de Base das Áreas que Permanecem com seu Uso do Solo

Para o cálculo desta etapa da linha de base, a metodologia AM-AR0007 levanta toda a alteração do estoque de carbono em três subestoques considerados (matéria viva, madeira morta e serrapilheira) para aquelas áreas onde existe vegetação arbórea (neste caso, o exemplo é o uso do solo de coqueiros), desenvolver-se-á na abstinência do projeto. Porém, o modelo econômico não considera alterações em áreas que possuam este tipo de vegetação (devido às características de uso do solo da região) e, portanto, estes cálculos para linha de base não serão necessários.

De outra forma, para os usos com vegetação não-arbórea, a metodologia prevê a identificação da biomassa média estocada para plantios cíclicos (ex.: a cana-de-açúcar) e não-cíclicos (ex.: a pastagem). Porém, um pouco mais à frente, quando for realizado o cálculo das variações no estoque de carbono devido à implantação do projeto, esta parcela referente aos usos do solo antes do reflorestamento será considerada como uma diminuição inicial de C durante a implantação do projeto. Ou seja, $EC_{perda\ bio}$ é o estoque de carbono na biomassa que é perdido com a existência da atividade de projeto.

Portanto, a linha de base das áreas que permanecem com seu uso do solo $C_{perm\ uso}$ é dada de forma consistente e conservadora como zero para todos os anos de validade do projeto, dentro das condições impostas pelo modelo.

4.2.2.2 – Estimativa do estoque de carbono no cenário de projeto

É possível que, em um cenário de linha de base, o estoque de carbono seja diminuído com o tempo, porém, como é uma recomendação expressa do Conselho Executivo de que todos os cenários sejam bastante conservadores, a única parcela da variação líquida total do estoque de carbono (medido em CO₂e) devido à ação antrópica EC_{antro} será a variação líquida total do estoque de carbono (medido em CO₂e) no cenário de projeto, dentro dos seus limites EC_{proj} . Sendo assim, para estimá-lo, pode-se escrever;⁴⁴

$$EC_{proj} = EC_{bv} + EC_{mm} + EC_{serr} - EC_{perda\ bio} - GEE_{emis} \quad (40)$$

Onde:

EC_{proj} soma da variação líquida total do estoque de carbono (medido em CO₂e) no cenário de projeto e dentro dos seus limites; t CO₂e

EC_{bv} soma da variação total do estoque de carbono (medido em CO₂e) na biomassa de árvores vivas; t CO₂e

EC_{mm} soma da variação total do estoque de carbono (medido em CO₂e) na madeira morta; t CO₂e

EC_{serr} soma da variação total do estoque de carbono (medido em CO₂e) na serrapilheira (formada por pequenos galhos, folhas, frutos etc.); t CO₂e

$EC_{perda\ bio}$ ⁴⁵ redução no estoque de carbono de vegetações arbóreas⁴⁶ ou não, madeira morta e na serrapilheira, preexistentes quando da implementação da atividade de projeto; t CO₂e

GEE_{emis} soma do aumento das emissões de GGEs (medido em CO₂e) por fontes, dentro dos do projeto; t CO₂e

44 A equação abaixo dá a soma da variação líquida total do estoque de carbono para todo o período total T. Porém, é análogo o entendimento de que as equações componentes desta podem ser calculadas sem o somatório dos períodos t, revelando a variação líquida total anual (para cada t) do estoque de carbono.

45 A AM-AR0007 abre mão da estimativa das variações no estoque de carbono em seus três subestoques considerados, para a vegetação preexistente, quando sua variação é menor que 2%, daquelas esperadas para o cenário de projeto. Porém, o modelo considera sua estimativa em ambos os casos.

46 Como este modelo não considera a retirada de vegetação arbórea, a perda de biomassa inicial dar-se-á apenas em cultivos e vegetações não-arbóreas.

A AM-AR0007, baseada no GPGLULUCF (2007), propõe dois métodos de cálculo para EC_{bv} , EC_{mm} e EC_{hum} : o “Método de Ganho e Perda de Carbono” (método 1) e o “Método de Mudança de Estoque” (método 2), que necessita de dados históricos e inventários florestais sobre a evolução do estoque de carbono para espécies da região. No entanto, esta análise necessita de dados que não são normalmente disponíveis para muitas das regiões de influência da Mata Atlântica (e de outras florestas, no caso brasileiro). Assim, este trabalho optou por basear o modelo econômico no primeiro método.

I – Variação do Estoque de Carbono na Biomassa de Árvores Vivas

Para a variação total do estoque de carbono (medido em CO_2e) na biomassa de árvores vivas, é possível escrever:

$$EC_{bv} = \sum_{t=1}^{t^*} \sum_{j=1-A}^{regNat} \sum_{i=1,2} C_{bvijt} \quad (41)$$

$$C_{bvijt} = C_{cresc\ ijt} - C_{perd\ ijt} \quad (42)$$

Onde:

C_{bvijt} variação anual do estoque de carbono (medido em CO_2e) na biomassa de árvores vivas, para cada estrato i , modelo de plantio (denominado na metodologia por espécies) j , e cada ano t ; $t\ CO_2e / ano$

$C_{cresc\ ijt}$ crescimento anual do estoque de carbono (medido em CO_2e) na biomassa de árvores vivas, para cada estrato i , modelo de plantio (denominado na metodologia por espécies) j , e cada ano t ; $t\ CO_2e / ano$

$C_{perd\ ijt}$ diminuição anual do estoque de carbono (medido em CO_2e) na biomassa de árvores vivas, devido à mortalidade, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; $t\ CO_2e / ano$

i estratos 1 (margem direita) e 2 (margem esquerda)

j tipos de uso do solo (“espécies de linha de base”)

$t\ 1,2,3... t^*$ anos decorridos desde o começo da atividade de projeto do MDL.

E conseqüentemente:

$$C_{cresc\ ijt} = \sum_{a=1}^n (A_{plant\ aijt} + A_{regNat\ aijt}) \cdot Gtotal_{ijt} \cdot FC_j \cdot PM_{CO_2-C} \quad (43)$$

$$Gtotal_{ijt} = Gw_{ijt} \cdot (1 + R_j) \quad (44)$$

Onde:

$\sum_{a=1}^n (A_{plant\ aijt} + A_{regNat\ aijt})$ soma das áreas que receberão plantios com os modelos 1 – A, B,C; 2 – A, B, C; e regeneração natural. Soma realizada por modelo; ha

$Gtotal_{ijt}$ taxa de incremento médio anual da biomassa total (sobre e abaixo do solo) de árvores, em unidades de matéria seca, para cada estrato i, modelo de plantio j, e cada ano t; t m.s. / ha / ano

FC_j fração de carbono na biomassa seca para cada modelo de plantio (espécie) j; t CO₂ / t m.s.

PM_{CO_2-C} razão entre os pesos moleculares de CO₂ e C (44/12); t CO₂/t C

Gw_{ijt} incremento médio anual da biomassa seca de árvores vivas sobre o solo, para cada estrato i, modelo de plantio (espécies) j, e cada ano t; t m.s. / ha / ano

R_j proporção da raiz sobre no incremento da biomassa, para cada modelo de plantio (espécie) j; adimensional

Porém, o modelo econômico dá um tratamento especial a Gw_{ijt} , visto que está sujeito a três variáveis muito importantes e que não estão expressamente relatadas na AM-AR0007. Trata-se das diferentes fases de crescimento de um modelo de plantio (espécie), também da variável adubação, que garante um Gw_{ijt} mais elevado e, finalmente, a densidade de plantio, dada pelas distâncias horizontais (x) e verticais (y) entre as mudas.

Quanto às fases de crescimento o próprio GPGLULUCF, em seu anexo, na sua Tabela 3A.1.5, mostram-se valores diferentes, para o incremento da biomassa viva sobre o solo, em duas fases:⁴⁷ uma taxa maior até os 20 anos de idade; e uma menor, para o restante.⁴⁸

47 Os valores são para regeneração natural, mas são utilizados conservadoramente no modelo, por falta de informações mais específicas.

48 Com a finalidade de procurar especificar ainda mais o modelo para os valores locais de mata atlântica, o crescimento da biomassa viva, no caso da regeneração natural da Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada, foi obtido através de MCT (2006).

Já a adubação funciona como uma variável *dummy* que incrementa Gw_{ijt} (com exceção do caso de regeneração natural) em um valor médio de 15%, segundo Ferreira (2007).⁴⁹

A densidade de plantio, talvez a variável de crescimento do estoque de carbono mais importante dentre todas, foi incluída no modelo econômico como um fator derivado da menor densidade recomendada por Martins (2001), onde $x = 3,0m$ e $y = 2,0m$, ou seja $0,167$ mudas/ m^2 . E assim, quanto menores as distâncias horizontais e verticais das mudas, maior a densidade relativa (lembrar que a menor distância recomendada é de $1,0 \times 1,0m$ no plantio superadensado). Portanto, trata-se de uma estimativa simples, porém razoável, pois, segundo Martins (2001), dentro deste intervalo de variação de x e y os modelos de plantio (1 – A, B, C e 2 – A, B, C, não incluindo a regeneração natural) terão um bom desenvolvimento.

Assim, o tratamento dado pelo modelo de viabilidade econômica é o seguinte:

SE $t \leq$ “Período de Adubação”:

SE “Executar Adubação” = “SIM”:

SE $t \leq 20$:

$$Gw_{ijt} = 1,15 \cdot Gw_{E < 20ijt} \cdot (1 + R_j) \cdot \left[\frac{1/x_j \cdot y_j}{0,167} \right] \quad (45)$$

SE NÃO:

$$Gw_{ijt} = 1,15 \cdot Gw_{E > 20ijt} \cdot (1 + R_j) \cdot \left[\frac{1/x_j \cdot y_j}{0,167} \right] \quad (46)$$

SE NÃO:

SE $t \leq 20$:

$$Gw_{ijt} = Gw_{E < 20ijt} \cdot (1 + R_j) \cdot \left[\frac{1/x_j \cdot y_j}{0,167} \right] \quad (47)$$

SE NÃO:

⁴⁹ Adaptado para o caso do eucalyptus, pois não foram encontradas referências para o caso de plantio com modelos baseados em espécies nativas (principalmente quando heterogêneos).

$$Gw_{ijt} = Gw_{E>20ijt} \cdot (1 + R_j) \cdot \left[\frac{1/x_j \cdot y_j}{0,167} \right] \quad (48)$$

SE NÃO:

SE $t \leq 20$:

$$Gw_{ijt} = Gw_{E<20ijt} \cdot (1 + R_j) \cdot \left[\frac{1/x_j \cdot y_j}{0,167} \right] \quad (49)$$

SE NÃO:

$$Gw_{ijt} = Gw_{E>20ijt} \cdot (1 + R_j) \cdot \left[\frac{1/x_j \cdot y_j}{0,167} \right] \quad (50)$$

Onde:

$Gw_{E<20ijt}$ valor de entrada de Gw_{ijt} até $t \leq 20$ anos de plantio, para cada estrato i , uso do solo j , e cada ano t ; t m.s. / ha / ano

$Gw_{E>20ijt}$ valor de entrada de Gw_{ijt} para até $t > 20$ anos de plantio, para cada estrato i , uso do solo j , e cada ano t ; t m.s. / ha / ano

x_j distância horizontal média entre as mudas a serem plantadas por modelo; m

y_j distância vertical média entre as mudas a serem plantadas por modelo; m

Desta forma, o modelo econômico procura aliar as três variáveis relacionadas ao incremento de Gw_{ijt} no intuito de que ele possa ser diferente nas mais variadas combinações, a depender das entradas realizadas.

Já as equações utilizadas para estimar a diminuição anual do estoque na biomassa de árvores vivas ($C_{perd\ ijt}$) são as seguintes:

$$C_{perd\ ijt} = C_{perd\ mort\ ijt} \quad (51)$$

$$C_{perd\ mort\ ijt} = Bw_{ijt} \cdot M_{ijt} \cdot CF_j \cdot \sum_{a=1}^n (A_{plant\ aijt} + A_{regNat\ aijt}) \cdot PM_{CO2-C} \quad (52)$$

$$Bw_{ijt} = Bw_{ijt-1} + Gtotal_{ijt} \quad (53)$$

Onde:

$C_{perd\ mort\ ijt}$ perdas naturais anuais do estoque de carbono em árvores vivas, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; $t\ CO_2e / ano$

Bw_{ijt} estoque médio de biomassa sobre o solo de árvores vivas, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; $t\ m.s. / ha$

M_{ijt} fator de mortalidade, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; adimensional

Como se trata de matas ciliares, as quais fazem parte das zonas de preservação permanente, o modelo econômico não considera a coleta de madeira para fins diversos nem a coleta para uso como combustível. Desta forma, a única parcela de perda da biomassa em árvores vivas é através da sua mortalidade natural.

O fator de mortalidade M_{ijt} , é muito difícil de ser precisado, pois varia com relação ao tipo de solo, clima, temperatura, encharcamento etc.; portanto, é dado no modelo econômico como uma taxa média⁵⁰ para todo o tempo t . O que é bastante razoável, principalmente depois da estabilização da floresta.

II – Variação do Estoque de Carbono na Madeira Morta

Também pelo método de ganho e perda de carbono, é possível escrever a soma da variação total do estoque de carbono (medido em CO_2e) na madeira morta:

$$EC_{mm} = \sum_{t=1}^{t^*} \sum_{j=1-A}^{regNat} \sum_{i=1,2} C_{mmijt} \quad (54)$$

Onde:

C_{mmijt} variação anual do estoque de carbono (medido em CO_2e) na madeira morta, para cada estrato i , modelo de plantio (espécie) j , e cada ano t ; $t\ CO_2e / ano$

E assim, EC_{mm} poderia ser escrito como a soma do crescimento de seu estoque devido à mortalidade, e aos resíduos que são deixados em

50 Um valor abaixo das taxas de mortalidade nas experiências de plantio da Usina Coruripe, visto que, com o tempo (estabilização da floresta), esta taxa tende a decair.

sito depois da colheita da madeira. Também é levada em conta a diminuição por conta da coleta de madeira morta pra fins combustíveis e da decomposição orgânica da matéria. Porém, por ser uma região de proteção permanente, a queda de resíduos durante a colheita e a coleta de madeira morta do sítio não é considerada. Desta forma, o modelo de viabilidade econômica é escrito assim:

$$C_{mmijt} = C_{crescmmijt} - C_{decompmmijt} \quad (55)$$

$$C_{crescmmijt} = M_{ijt} \cdot \sum_{a=1}^n (A_{plantaijt} + A_{regNataijt}) \cdot [Bw_{ijt} - (Bw_{ijt} \cdot M_{ijt})] \cdot FC_j \cdot PM_{CO_2-C} \quad (56)$$

$$C_{decompmmijt} = DC_{mm} \cdot \left[\sum_{t=1}^{t-1} C_{crescmmijt-1} - C_{decompmmijt-1} \right] \quad (57)$$

Onde:

$C_{crescmmijt}$ crescimento anual no subestoque de carbono de madeira morta devido à mortalidade de árvores vivas, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; t CO₂e / ano

$C_{decompmmijt}$ diminuição anual no subestoque de carbono de madeira morta devido à sua decomposição orgânica, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; t CO₂e / ano

DC_{mm} taxa de decomposição da madeira morta; adimensional

Estas duas equações, 51 e 52, estimam as variações de estoque sobre o Bw_{ijt} e, portanto, fazem um caminho mais direto que a AM-AR0007, que se utiliza do volume de madeira comercializável por ha e de fatores de conversão (chamados BEFs, em inglês) para transformar esta unidade de volume de madeira em toras roliças para a biomassa seca total sobre e sob o solo.

III – Variação do Estoque de Carbono na Serrapilheira

De forma semelhante, a través do método 1, o modelo se baseia nas equações abaixo para estimar o estoque de carbono do subestoque da serrapilheira.

$$EC_{serr} = \sum_{t=1}^{t^*} \sum_{j=1-A}^{regNat} \sum_{i=1,2} C_{serrijt} \quad (58)$$

Onde:

$C_{serr\ ijt}$ variação anual do estoque de carbono (medido em CO₂e) na serrapilheira, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; t CO₂e / ano

Vale lembrar que o incremento no estoque anual de carbono na serrapilheira devido aos resíduos da colheita, bem como sua diminuição devido à coleta em sito, também não é considerado. E desta forma, $C_{serr\ ijt}$ pode ser escrito:

$$C_{serr\ ijt} = C_{serr\ hum\ ijt} - C_{decomp\ serr\ ijt} \quad (59)$$

$$C_{cresc\ serr\ ijt} = \sum_{a=1}^n (A_{plant\ aijt} + A_{regNat\ aijt}) \cdot GW_{serr\ ijt} \cdot FC_j \cdot PM_{CO_2-C} \quad (60)$$

$$GW_{serr\ ijt} = GW_{serr\ ijt-1} + C_{cresc\ serr\ ijt} \quad (61)$$

$$C_{decomp\ serr\ ijt} = \sum_{a=1}^n (A_{plant\ aijt} + A_{regNat\ aijt}) \cdot DC_{serr} \cdot [GW_{serr\ ijt} - GW_{serr\ ijt-1}] \quad (62)$$

Onde:

$C_{cresc\ serr\ ijt}$ crescimento anual no subestoque de carbono na serrapilheira, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; t CO₂e / ano

$C_{decomp\ serr\ ijt}$ diminuição anual no subestoque de carbono na serrapilheira devido à sua decomposição orgânica, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; t CO₂e / ano

$GW_{serr\ ijt}$ estoque médio de biomassa na serrapilheira, para cada estrato i , modelo de plantio j , e cada ano t ; t m.s. / ha / ano

DC_{serr} taxa de decomposição da serrapilheira; adimensional

Obs: O GPGLULUCF, em sua Tabela 3.2.1 (capítulo 3), traz os valores de acumulação líquida de C na forma de serrapilheira, ou seja $GW_{serr\ ijt}$ é um valor médio líquido e dispensa a utilização da equação 57. Para os estudos de caso, a entrada utilizada para DC_{serr} é, portanto, zero.

IV – Redução Inicial do Estoque de Carbono Devido ao Projeto

É fundamental que o modelo de viabilidade econômica estime qual será a redução do estoque de carbono devido à implementação do pro-

jeto. E para tanto, considera que o estoque de carbono da vegetação existente será eliminado. Isso é uma consideração conservadora, pois, no caso de resquícios de mata, a vegetação rasteira natural será considerada como eliminada (no caso dos cultivos isso realmente ocorrerá). Porém é plausível, pois sabe-se que, com o tempo, ela será bastante modificada devido ao crescimento das espécies maiores através da regeneração natural.

O $EC_{perda\ bio}$ é estimado da seguinte forma:

$$EC_{perda\ bio} = \sum_{u=1}^U \sum_{t=1}^{t^*} \sum_{i=1,2}^n \sum_{a=1}^n (A_{plant\ aijt} + A_{regNat\ aijt}) \cdot B_{pre} \cdot CF_{pre\ u} \cdot PM_{CO_2-C} \quad (63)$$

Onde:

B_{pre} estoque médio de biomassa sobre o solo dos usos (inclusive matas descaracterizadas), para cada estrato i , uso do solo u , e cada ano t ; t m.s. / ha

FC_j fração de carbono para cada uso do solo (espécie de linha de base) u ; t CO₂ / t C

V – Aumento das Emissões de Carbono nas Fronteiras do Projeto

O aumento das emissões por fontes, dentro das fronteiras do projeto, devido às fontes que emitem:

- GEEs devido à queima de combustíveis fósseis para a preparação da área, plantio e manutenção;
- De GEEs do tipo “não-CO₂” quando da preparação do terreno no corte ou queimada da vegetação existente;
- Emissões de N₂O devido à adubação com nitrogênio.

O aumento destas emissões é estimado da seguinte maneira:

$$GEE_{emis} = E_{queim\ combust} + E_{queima\ nãoCO_2} + E_{N_2O\ fert} \quad (64)$$

Onde:

$E_{queim\ combust}$ total de emissões de GEEs devido à queima de combustíveis fósseis por veículos e motores de irrigação; t CO₂e / ano

$E_{queima\ nãoCO2}$ emissões de GEEs “não CO₂” como resultado da queima de biomassa dentro dos limites do projeto; t CO₂e / ano

$E_{N2O\ fert}$ aumento das emissões de N₂O como resultado da aplicação direta de fertilizantes a base de nitrogênio; t CO₂e / ano

Desta forma, o modelo segue em cada uma destas três etapas, como pode ser visto a seguir:

$$E_{queimcombust} = E_{veic} + E_{irrig} \quad (65)$$

$$E_{veic} + E_{irrig} = \sum_x \sum_y (FE_y \cdot Cons_{imple\ xy}) + \sum_{t=1}^{t^*} \sum_x \sum_y (FE_y \cdot Cons_{man\ xy}) \quad (66)$$

$$Cons_{imple\ xy} = (n_{imple\ xy} \cdot f_{imple\ xy} \cdot p_{imple\ xy}) \cdot q_{imple\ xy} / e_{xy} \quad (67)$$

$$Cons_{man\ xy} = (n_{man\ xy} \cdot f_{man\ xy} \cdot p_{man\ xy}) \cdot q_{man\ xy} / e_{xy} \quad (68)$$

Onde:

E_{veic} total de emissões de GEEs devido à queima de combustíveis fósseis por veículos; t CO₂e / ano

E_{irrig} total de emissões de GEEs devido à queima de combustíveis fósseis por motores de irrigação; t CO₂e / ano

FE_y fator de emissão de CO₂ para o tipo de combustível y; adimensional

$Cons_{imple\ xy}$ consumo de combustível durante os meses de implementação, para cada tipo de automóvel (ou motor) x, combustível y, e tempo (meses) t; l

$n_{imple\ xy}$ número de veículos (ou motores) do tipo x que consome o combustível y, durante a implementação do plantio; adimensional

$f_{imple\ xy}$ frequência de utilização de veículos (ou motores) do tipo x que consomem o combustível y, durante a implementação do plantio; mês⁻¹

$p_{imple\ xy}$ período de utilização de veículos (ou motores) do tipo x que consomem o combustível y, durante a implementação do plantio; mês

$q_{imple\ xy}$ quantidade por cada uso dos veículos (ou motores) do tipo x que consome o combustível y, durante a implementação do plantio; km (ou h)

e_{xy} eficiência do uso de veículos (ou motores) do tipo x que consomem o combustível y , durante a implementação do plantio; km / l (ou h / l)

$Cons_{man\ xy t}$ consumo de combustível durante os anos de manutenção, para cada tipo de automóvel (ou motor) x , combustível y , e tempo (anos) t ; l

$n_{man\ xy t}$ número de veículos (ou motores) do tipo x que consome o combustível y , durante a fase de manutenção; adimensional

$f_{man\ xy}$ frequência de utilização de veículos (ou motores) do tipo x que consomem o combustível y , durante a fase de manutenção; ano⁻¹

$P_{man\ xy}$ período de utilização de veículos (ou motores) do tipo x que consomem o combustível y , durante a fase de manutenção; ano

$q_{man\ xy t}$ quantidade por cada uso dos veículos (ou motores) do tipo x que consome o combustível y , durante a fase de manutenção; km (ou h)

Obs: Os fatores de emissão são diferenciados apenas por combustível e não por automóveis ou motores. Os tipos de automóveis considerados são: “ônibus (diesel)”, “caminhão (diesel)”, “veículo pequeno a álcool” e “veículo pequeno a gasolina”. Além de um tipo de motor a diesel para irrigação.

Outra fonte de emissão, como exposto anteriormente, é a queima de biomassa para a preparação do terreno que receberá o plantio. Essa emissão (equivalente em CO₂) é estimada por:

$$E_{queima\ nãoCO_2} = E_{queima\ N_2O} + E_{queima\ CH_4} \quad (69)$$

$$E_{queima\ N_2O} = E_{queima\ C} \cdot N / C \cdot E_{raz\ N_2O} \cdot PM_{N_2O-N} \cdot PAG_{N_2O} \quad (70)$$

$$E_{queima\ CH_4} = E_{queima\ C} \cdot E_{raz\ CH_4} \cdot PM_{CH_4-C} \cdot PAG_{CH_4} \quad (71)$$

$$E_{queima\ C} = \sum_{i=1,2} \sum_{a=1}^n (dummy_{usou} \cdot A_{ai} \cdot B_{est\ médio\ ai}) \cdot EC \cdot FC \quad (72)$$

Onde:

$E_{queima\ N_2O}$ emissão de N₂O através da queima de biomassa; t CO₂e / ano

$E_{queima\ C}$ perda do estoque de carbono na biomassa sobre o solo com a queima; t C / ano

N/C razão entre nitrogênio e carbono; $t\ N / t\ C$

$E_{raz_{N_2O}}$ razão de emissão para o N_2O segundo os padrões do IPCC (0,007); adimensional

PM_{N_2O-N} razão entre os pesos moleculares de N_2O e N (44/14); $t\ N_2O / t\ N$

PAG_{N_2O} potencial de aquecimento global para o N_2O (310 para o primeiro período de comprometimento); $1 / t\ N_2O$

$E_{queima\ CH_4}$ emissão de CH_4 através da queima de biomassa; $t\ CO_2e / ano$

$E_{raz_{CH_4}}$ razão de emissão para o CH_4 segundo os padrões do IPCC (0,012); adimensional

PM_{CH_4-C} razão entre os pesos moleculares de CH_4 e C (16/12); $t\ CO_4 / t\ C$

PAG_{CH_4} potencial de aquecimento global para o CH_4 (21 para o primeiro período de comprometimento); adimensional

$dummy_{usou}$ entrada sobre a queima ou não do uso do solo quando do preparo para o plantio das árvores; “SIM” ou “NÃO”

$B_{est\ médio\ ai}$ estoque médio sobre o solo de biomassa viva dos usos do solo (espécies de linha de base), para cada estrato i , e cada uso u ; $t\ m.s. / ha$

EC eficiência de combustão segundo os padrões do IPCC (0,5); adimensional

Os estudos de caso, que utilizam esta metodologia, consideram apenas a queima da pastagem, pois a cana já seria queimada independentemente da atividade de projeto e os demais usos considerados já passam por um processo de regeneração natural. Portanto, o modelo econômico considera que estes usos não serão queimados para o plantio das árvores, apesar de serem suportadas entradas com variáveis do tipo *dummy* que permitam a queima daqueles.

Um aspecto interessante captado pelo modelo é a emissão de óxido nitroso (N_2O) devido à fertilização direta com nitrogênio (N), pois, se por um lado, a fertilização/ adubação gera um incremento do ganho de biomassa pelas árvores vivas (estimado anteriormente), por outro, causa a emissão deste gás, que possui um razoável potencial de aquecimento

global, e que, portanto, deverá ser descreditado do estoque final de C. A estimativa destas emissões é dada por:

$$E_{N2O_{fert}} = \sum_{t=1}^{t^*} (Fs_{NH3\&NOx_t} + Fo_{NH3\&NOx_t}) \cdot FE_N \cdot PM_{N2O-N} \cdot PAG_{N2O} \quad (73)$$

$$Fs_{NH3\&NOx_t} = dummyF \cdot n_F \cdot Fs_t \cdot (1 - Frac_{svol}) \quad (74)$$

$$Fo_{NH3\&NOx_t} = dummyF \cdot n_F \cdot Fo_t \cdot (1 - Frac_{ovol}) \quad (75)$$

Onde:

$Fs_{NH3\&NOx_t}$ quantidade de fertilizante sintético a base de nitrogênio aplicada no ano t, ajustada por volatilização em NH_3 e NO_x ; t N / ano

$Fo_{NH3\&NOx_t}$ quantidade de fertilizante orgânico a base de nitrogênio aplicada no ano t, ajustada por volatilização em NH_3 e NO_x ; t N / ano

FE_N fator de emissão para as emissões de NO_2 advindas da utilização de N na adubação; t NO_2 -N / t N utilizado

Fs_t quantidade de fertilizante sintético a base de nitrogênio aplicada no ano t; t N / ano

$Frac_{svol}$ fração que volatiliza em NH_3 e NO_x para fertilizantes sintéticos; t NH_3 -N e NO_x -N / t N

Fo_t quantidade de fertilizante orgânico a base de nitrogênio aplicada no ano t; t N / ano

$Frac_{ovol}$ fração que volatiliza em NH_3 e NO_x para fertilizantes orgânicos; t NH_3 -N e NO_x -N / t N

$dummyF$ entrada sobre a aplicação de fertilizantes (adubação); "SIM" ou "NÃO"

n_F frequência de aplicação em um ano; ano⁻¹

Obs: Estas quantidades são dadas pelas proporções das misturas dos fertilizantes sintéticos (ex.: NPK 18%-10%-20%) e dos orgânicos, como, por

exemplo, dos compostos para plantio⁵¹ tanto no preparo das mudas quanto no plantio e manutenção do sítio. A aplicação de Fs_t e Fo_t só é feita até o ano t determinado na entrada dos dados para cada modelo de plantio; depois disso, o valor das emissões devido à aplicação de N é zero.

4.2.2.3 – Estimativa do vazamento/fuga de emissões por fontes (*leakages*)

Os vazamentos/fugas ou *leakages*, em inglês, são considerados como todas as emissões ou todas as reduções de estoques de carbono que ocorrem fora dos limites da atividade de projeto de MDL, porém, que possam ser atribuídas à existência desta.

Para o modelo, não é considerado o desalojamento de pessoas, visto que as faixas ciliares são estreitas e de preservação permanente, sendo razoável imaginar que não existirão estes desalojamentos. Isso incorreria em vazamentos, por duas vertentes: primeiro, porque deslocaria um possível volume anual de coleta de madeira para fins combustíveis; e depois, porque poderia deslocar atividades de desmatamento em outras regiões, fora dos limites do projeto. Em ambos os casos, seria muito difícil estimar estas medidas sem um estudo de campo e, portanto, constitui-se mais um motivo para a não-inclusão destes vazamentos.

Desta maneira, o vazamento/fuga total estimado pelo modelo é escrito assim:

$$VAZ = VAZ_{veic} + VAZ_{cerca} \quad (76)$$

Onde:

VAZ_{veic} vazamento devido ao total de emissões de GEEs causadas pela queima de combustíveis fósseis por veículos, fora dos limites do projeto; t CO₂e

VAZ_{cerca} vazamento devido ao consumo de cercas de madeira advindas de biomassa externa aos limites do projeto; t CO₂e

⁵¹ Nos estudos de caso, será considerada a mesma aplicação de fertilizantes utilizada pela Usina Coruripe, nas mudas plantadas às margens do rio de mesmo nome. O adubo sintético NPK 18-10-20, vezes o total de fertilizante utilizado, dividido pelo número de mudas, e o composto com uma proporção de 0,93% de nitrogênio foram a referência para o cálculo da quantidade de N aplicada por adubação.

Vale lembrar que a estimativa de VAZ_{veic} é muito parecida com a de $E_{queim\ combust}$ na equação 60, tendo como única diferença a inexistência de E_{irrig} , visto que os vazamentos só se dão através de automóveis. Da mesma forma que em $E_{queim\ combust}$ os vazamentos ocorrerão distintamente durante a fase de implementação do plantio e de manutenção deste, e todas as variáveis de entrada $n_{imple\ xy}$, $f_{imple\ xy}$, $P_{imple\ xy}$, $Q_{imple\ xy}$ além de $n_{man\ xyt}$, $f_{man\ xy}$, $P_{man\ xy}$, $Q_{man\ xyt}$ são independentes para esta situação (vazamento).

Já os vazamentos/fugas proporcionados pela utilização de cercas de madeira são dados como uma diminuição do estoque de carbono e são estimados assim:

$$VAZ_{cerca} = \frac{Comp_{cerca}}{L_{mourões}} \cdot \%_{não\ renov} \cdot Vol_{mourão} \cdot Dens_{mm} \cdot FEBbiomas_2 \cdot FC_j \cdot PM_{CO_2-C} \quad (77)$$

Onde:

$Comp_{cerca}$ comprimento da cerca; m

$L_{mourões}$ distância média entre os mourões da cerca; m

$\%_{não\ renov}$ proporção dos mourões provenientes de fontes não-renováveis; adimensional

$Vol_{mourão}$ volume de madeira do mourão; m³

$Dens_{mm}$ densidade média da madeira; t m.s. / m³

$FEBbiomas_2$ fator de expansão para converter volumes de toros redondos de madeira na biomassa total sobre o solo; adimensional

4.3 – Entradas de Valores e Parâmetros no Modelo

Como a quantidade de entradas é relativamente ampla, optou-se por apresentar o Quadro 11 com os valores e parâmetros do modelo. Outras entradas, específicas dos estudos de caso, são apresentadas na próxima seção.

Descrição	Símbolo	Valor	Fonte
Estoque médio de biomassa para cultura temporária (cana)	B_{ijp}	8	AM-AR0007
Estoque médio de biomassa para solo exposto	B_{ijp}	1	estimado
Estoque médio de biomassa para pastagem	B_{ijp}	5	AM-AR0007
Estoque médio de biomassa para Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	B_{ijp}	180,25	MCT (2006) x taxa média de cobertura
Estoque médio de biomassa para campo de várzea	B_{ijp}	5	= pastagem
Fração de carbono de biomassa seca em vegetações arbóreas ou não (cana, pastagem, solo exposto, mata de encosta desc. e campo de várzea)	FC	0,5	AM-AR0007
Fração de carbono de biomassa seca nos modelos de plantio	FC_j	0,48	MCT (2006)
Incremento médio anual da biomassa seca dos modelos de plantio (< 20 anos)	GW_g	7	GPGLULUCF
Incremento médio anual da biomassa seca dos modelos de plantio (> 20 anos)	GW_g	2	GPGLULUCF
Incremento médio anual da biomassa seca mata de encosta descaracterizada	GW_{ij}	6,19	MCT (2006) calculado
Proporção da raiz sobre no incremento da biomassa na cana	R_j	0,48	GPGLULUCF
Proporção da raiz sobre o incremento da biomassa na pastagem	R_j	1,58	GPGLULUCF
Proporção da raiz sobre no incremento da biomassa no solo exposto	R_j	1,58	GPGLULUCF
Proporção da raiz sobre no incremento da biomassa na Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	R_j	0,24	GPGLULUCF
proporção da raiz sobre no incremento da biomassa nos campos de várzea	R_j	1,58	GPGLULUCF
Proporção da raiz sobre no incremento da biomassa nos modelos de plantio	R_j	0,24	GPGLULUCF
Fator de mortalidade para florestas tropicais (usado em todos os modelos e na mata de encosta desc.)	M_{ijp}	0,0177	GPGLULUCF
Taxa de decomposição da madeira morta	DC_n	0,1	Estimado, Brand et al. (2006)
Estoque médio de biomassa na serrapilheira (valor líquido)	GW_h	0,3	GPGLULUCF
Taxa de decomposição da serrapilheira	DC_h	0	-

Quadro 11 – Parâmetros Utilizados e suas Respectivas Fontes

Continua

Descrição	Símbolo	Valor	Fonte
Estoque médio de biomassa sobre o solo dos usos	B_{pre}	B_{if}	
Fração de carbono para cada uso do solo	FC_1	B_{if}	
Fator de emissão de CO2 para diesel	FE_y	2799	MCT (2006)
Fator de emissão de CO2 para diesel	FE_y	1641,8	MCT (2006)
Fator de emissão de CO2 para diesel	FE_y	1747,2	MCT (2006)
Eficiência do uso de ônibus (diesel)	e_{oy}	3	entrevista
Eficiência do uso de caminhão (diesel)	e_{oy}	3	entrevista
Eficiência do uso de veículo pequeno a álcool	e_{oy}	9	estimado
Eficiência do uso de veículo pequeno a gasolina	e_{oy}	10	estimado
Eficiência do uso de motor para irrigação (a diesel)	e_{oy}	2	entrevista
Razão entre nitrogênio e carbono	N/C	14/12	AM-AR0007
Estoque médio sobre o solo de biomassa viva dos usos do solo	$B_{est\ médio\ at}$	B_{if}	
Fator de emissão para as emissões de NO ₂ advindas da utilização de N na adubação	FE_N	0,01	IPCC Guidelines Vol.4 (2006)
Fração que volatiliza em NH ₃ e NO _x para fertilizantes sintéticos	$Frac_{soil}$	0,1	IPCC Guidelines Vol.4 (2006)
fração que volatiliza em NH ₃ e NO _x para fertilizantes orgânicos	$Frac_{soil}$	0,2	IPCC Guidelines Vol.4 (2006)
Densidade média da madeira	$Dens_{mm}$	0,6	GPGLULUCF
Fator de expansão para converter volumes de toros	$FE_{Biomass_2}$	1,3	GPGLULUCF

Quadro 11 – Parâmetros Utilizados e suas Respectivas Fontes

Fonte: Elaboração do Autor.

Notas: "Entrevistas" realizadas com funcionários da Usina Coruripe, empresários do setor de implementos rodoviários, professores e profissionais da área florestal. "Estimado" com cálculos simples baseados em quantidades médias.

4.4 – Observações Sobre o Modelo de Viabilidade Econômica

Diante da complexidade e das incertezas ligadas tanto ao futuro mercado da *commodity* “carbono” quanto ao desenvolvimento de matas nativas, em especial da Mata Atlântica do Nordeste, o modelo de viabilidade econômica precisou ser calçado em algumas premissas, das quais as primeiras dizem respeito ao próprio mercado de Quioto:

Premissa I

Não é possível realizar uma boa previsão, quanto ao mercado futuro, de créditos de carbono, gerado por Quioto. Isso se deve a existir uma pequena série histórica, mas, principalmente, porque existem muitas incertezas relacionadas ao futuro deste mercado.

Primeiramente (segundo a MGM International⁵²), os preços do CO₂e (unidade do crédito de carbono) vêm crescendo a taxas de aproximadamente 50% anuais. Porém, este mercado baseado em projetos⁵³ terá sua oferta bastante incrementada a partir de 2008, quando entram em cena as Unidades de Redução de Emissões (UREs), provenientes dos projetos de Implementação Conjunta (IC), e as Unidades de Quantidade Atribuída (UQAs), provenientes dos excessos de reduções dos países do Anexo I.

Em segundo lugar, porque o Protocolo de Quito só tem vigência até o ano de 2012 e, apesar das grandes chances de que o mercado de créditos de carbono baseado em projetos continue, não se sabe ao certo se as determinações do protocolo serão postergadas ou se um outro regime de normas será implantado.

Além disso, vale lembrar que, segundo *The World Bank* (2007), os créditos florestais representam apenas 1% do mercado mundial de créditos baseados em projetos até agora. Esta participação tão reduzida se deve à complexidade regulatória e ao acesso limitado ao mercado da União Europeia, o que reduz bastante a sua demanda. Só a título de informação, o grande demandante deste tipo de crédito é exatamente o próprio Banco Mundial.

⁵² <http://www.mgminter.com/cp/po.html>, consultado em junho de 2007.

⁵³ Como é o caso do mercado onde as RCEs são ofertadas, ou seja, a partir de projetos desenvolvidos.

E por fim, como as RCEs geradas a partir de projetos florestais se caracterizam como créditos vinculadas aos estoques dentro dos limites do projeto (devido aos sumidouros), estes certificados são temporários e não ilimitados, como no caso dos projetos de redução de emissões.

Ou seja, é muito difícil saber quais as tendências deste mercado recente, uma vez que as incertezas ainda são bastante grandes. Assim, como forma de simplificação e procurando ser plausível dentro das opções de venda de créditos de carbono, o modelo considera que as RCEs serão vendidas em regime de “securitização”, através do pagamento antecipado pelos créditos de carbono futuros, mitigando os riscos de desempenho e financeiro, ou do pagamento de um valor já preestabelecido na data zero do contrato de securitização.

Para este tipo de transação o cliente potencial deve ser o Banco Mundial, único grande comprador de RCEs florestais.

Premissa II

A receita das RCEs é diretamente ligada à taxa de câmbio, pois, normalmente, é negociada em dólar ou euro e, portanto, é muito difícil prever sua cotação dentro do horizonte do projeto, visto que variáveis exógenas, como medidas políticas, por exemplo, podem alterar seus valores. Desta forma, o modelo econômico utiliza uma taxa de câmbio fixa, a depender da entrada a ser dada.

Outra premissa é relacionada tanto ao próprio mercado de Quioto quanto à atividade de projeto em si:

Premissa III

Como exposto algumas vezes, o período de comprometimento acertado com a ratificação de Quioto está compreendido entre os anos de 2008 e 2012, ou seja, os créditos vendidos só podem ser realmente utilizados dentro deste período. Porém, existe uma flexibilidade maior quanto às RCEs que já podem ser vendidas antes do primeiro ano de compromisso.

De qualquer forma, a vigência de uma atividade de projeto de MDL no setor florestal pode ir bem além disso e o modelo assume uma validade de até 30 anos sem renovação do projeto, o que já é permitido pelo MDL e não se caracteriza como algo “intangível”, além da existência de uma forte intenção de se postergar Quioto ou se ratificar outro protocolo com regras de mercado semelhantes.

Além das premissas, é importante destacar algumas limitações inerentes ao modelo econômico:

Limitação I

As equações utilizadas são lineares e os valores, expostos na forma discreta. Isso se deve à inexistência de dados mais precisos, principalmente sobre o crescimento de espécies florestais nativas. Como a intenção é justamente aproveitar as divisas geradas com os créditos para ajudar a fomentar a recuperação ambiental de importantes corredores ecológicos, optou-se por utilizar os dados lineares e abrangentes do IPCC para matas tropicais nativas.

Além disso, todas as metodologias do tipo AM-AR (para projetos florestais), aprovadas pelo Conselho Executivo do MDL, manipulam, de forma discreta, o tratamento dos dados e a estimação dos resultados (todas baseadas no GPLULUCF).

Limitação II

As taxas de valoração (que levam ao valor futuro) e de retorno (que trazem ao valor presente) são consideradas como lineares. Pois, como o processo de simulação para estimar estas taxas é relativamente complexo e foge ao objetivo específico deste trabalho, optou-se por taxas constantes, imagens aproximativas das curvas não-lineares que representam estas taxas. Além disso, também seria muito trabalhoso, e talvez inacessível, procurar-se estimar uma função para cada grupo de itens analisados. Estas taxas foram obtidas simplificadaamente pelo valor médio de aumento real anual ou mensal do salário para trabalho principal (de 01/1996 a 05/2007), obtido no Ipeadata.⁵⁴

Limitação III

Diz respeito às entradas dos diversos dados. A AM-AR0007, assim como todas as demais metodologias aprovadas, dá preferência a dados de fontes locais ou inventários seguidos de fontes regionais, nacionais e, finalmente, globais (mas com divisões por regiões, como “tropical da América do Sul” ou do Brasil, por exemplo). Deste modo, estes dados de entrada e parâmetros são possivelmente modificáveis no modelo, porém dificilmente encontráveis para a realidade específica local.

54 <www.ipeadata.gov.br>

Capítulo 5

ESTUDOS DE CASO

5.1 – O Caso do Rio Mundaú-AL

O Mundaú é um rio federal que nasce nas serras pernambucanas, mas ganha destaque ao se aproximar de Maceió, onde deságua na lagoa de mesmo nome, e se revela um dos rios mais importantes (ao lado do Paraíba do Meio) do Complexo Estuário Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM). A região do CELMM está demonstrada no Mapa A01, anexo, que foi obtido através de um trabalho de foto interpretação de imagens do satélite Landsat 5 TM, cena 214/67, de 21/09/98, bandas 4,5 e 3 na composição RGB, e que pertencem ao estudo da ANA (2005), servindo como base para o levantamento da faixa ciliar a ser estudada.

O estudo de caso trata de uma extensão de 36,07km, que vai das proximidades do limite norte do Município de Rio Largo, passando pelo Município de Satuba, até próximo da sua foz, nos limites dos Municípios de Santa Luzia do Norte e Maceió.

Como só foi possível encontrar uma observação para a área estudada (datada de 2005), considerou-se que os usos do solo apresentados a seguir não mostram variações de tendência nos últimos 10 ou 15 anos (é uma hipótese forte, mas vale lembrar que o modelo de viabilidade econômica proposto neste trabalho pode captar essa variação e associar uma alteração temporal do estoque de carbono dos usos).

5.1.1 – Definição das Áreas

No total, são 660,14ha, distribuídos em 390 áreas (polígonos) na faixa estudada, com seus respectivos usos do solo, como podem ser vistas no Mapa A02 e estão descritas e quantificadas no Quadro A02, ambos anexos. Os valores foram obtidos com uma ferramenta de precisão do tipo CAD, ao assumirem-se alguns trechos com larguras de 100, 50 e 30m, a depender a própria largura do rio (de acordo com o Código Florestal Brasileiro citado anteriormente). E assim, com a exceção do “Manguezal”, todos os usos do solo previstos no Mapa A01 foram verificados na faixa ciliar, porém os usos de maior interesse para o reflorestamento foram: “Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada” (62,83ha), onde é considerada a regeneração natural com 70% de taxa de cobertura; e as demais, “Campo de Várzea”, “Cultura Temporária (cana)”, “Pastagem” e “Solo Exposto” (somando 270,10ha), que serão as áreas a serem reflorestadas com as técnicas de plantio mencionadas.

Estes usos de interesse foram discriminados segundo suas porções, que estão próximas de resquícios de matas de encosta ou ciliares – enquadrando-se como modelo de plantio 1 (próximo), ou modelo 2 (distante) –, e considerou-se, de forma simplificada, que os campos de várzea seriam áreas permanentemente encharcadas (tipo A), as áreas de cana seriam bem drenadas (tipo C). Já as áreas de pastagem se dividiram entre temporariamente encharcadas (tipo B) ou bem drenadas, a depender das áreas vizinhas, e o solo exposto se dividiu entre as três opções de encharcamento, também segundo suas áreas vizinhas.

Por fim, foi definida a implementação de cercas e aceiros em todas as áreas de interesse. As zonas-tampão não foram consideradas.

5.1.2 – Entrada das espécies de mudas

Como não se conseguiu um estudo florístico adequado sobre as espécies nativas da região, foram levantados preços de 119 espécies fornecidas pela “Mata Atlântica Viveiro Florestal”, de onde foram retirados os menores valores (R\$ 2,00) para a composição do modelo de plantio 1, e a média de todos os valores (R\$ 3,34) para a composição do modelo 2, além de calculado um valor médio de aproximadamente R\$ 1,00 para o frete de cada muda (250 por caminhão, com viagem de 60km em média).

Estas espécies seriam plantadas num total de 270,10ha, referentes aos usos do solo que serão substituídos pelo reflorestamento.

5.1.3 – Entradas de parâmetros e outros valores

Como o número de entradas é razoavelmente grande, esta seção mostrará apenas observações pertinentes que venham a caracterizar o reflorestamento e a absorção líquida de carbono. Os valores utilizados para todas as entradas e parâmetros, bem como suas respectivas fontes, estão incluídos logo após no item 6.3.

Como a simulação é feita com mudas compradas, não serão consideradas as instalações de viveiros, mas, sim, apenas construções básicas de alojamento. Foi considerada a compra de ferramentas de trabalho e considerada a irrigação por apenas 2 (dois) anos, com aluguel do equipamento (estimado) incluso no preço, visto que o plantio pode ser iniciado no período chuvoso e que boa parte da região possui uma topografia rebaixada (campos de várzea), onde o plantio pode ser implementado nos meses mais secos.

O preparo do terreno só é feito por meio de queimadas quando o uso do solo for do tipo “pastagem”, uma vez que esse já é um processo rotineiro dentro do ciclo da cana e ocorreria mesmo na ausência do projeto de reflorestamento. Os demais usos são capinados apenas nas áreas de coroamento,⁵⁵ pois podem possuir bancos de sementes de algumas espécies.

Toda a implementação do plantio foi simulada para seis meses, dada a extensão da faixa ciliar.

As etapas de preparação do terreno, realização de covas e coroamento e plantio efetivo das mudas foram consideradas com as seguintes alterações na densidade de plantio: I – 1,5m x 1,0m; II – 2,0m x 1,5m; III – 2,5m x 2,0m; IV – 3,0m x 2,0m; e V – 3,0m x 3,0m. Além de serem analisados com e sem adubação, e com diversos períodos diferentes de verificação e certificação das RCEs. Aqueles que apresentarem os melhores resultados e estiverem mais de acordo com as possibilidades reais de aplicação (que sejam razoáveis) serão analisados e discutidos com maior ênfase.

Além disso, é considerado o isolamento da área com cerca de mourões de madeira e aceiro de 3m de largura para fora da área de proteção permanente, o que implicou em custos de oportunidade da área que passará a servir de aceiro (simplificado como valor de compra da área). O isolamento

⁵⁵ Porém o modelo considera conservadoramente, para fins da estimativa do estoque de carbono, que toda a área que receberá plantio será capinada, e não apenas os círculos de coroamento.

também foi considerado nas áreas de Mata Atlântica de encosta descaracterizada para que a regeneração natural destas áreas também fosse quantificada.

A fase de manutenção será realizada com: limpeza e outras manutenções durante 7 (sete) anos; combate às formigas forrageiras durante 5 (cinco) anos; e com a simulação de adubação, periódica ou não, realizada 2 (duas) vezes por ano, num prazo de 5 (cinco) anos (para todos os modelos de plantio).

Outro aspecto importante é a distância média de deslocamento dos veículos (necessária para estimar as emissões do projeto e os vazamentos). Dentro dos limites do projeto, o deslocamento considerado é menor e, fora dele, um pouco maior, porém não muito grande, pois a região analisada fica muito próxima da capital Maceió e outros centros urbanos. Apenas o frete das mudas será estimado em uma distância maior (aproximadamente 80km).

Por fim, as taxas de valoração foram obtidas:

- Através de uma regressão linear simples para os valores reais do rendimento médio do trabalho principal,⁵⁶ com uma série de 01/1996 até 05/2007, e serão utilizadas para as etapas de implementação e manutenção do plantio, visto que estas se caracterizam como atividades de mão de obra intensivas (por simplificação).
- E consideradas como zero para os custos de transação, uma vez que é esperada a queda destes devido ao amadurecimento e à otimização dos processos.⁵⁷ Essa é uma medida conservadora e apropriada, por não existir um consenso quanto ao futuro destes custos no médio e longo prazos.

E as taxas de desconto para o valor presente foram simplificadas e assumidas como iguais à Selic: real para os custos e receitas do MDL (pois o reajuste de preços foi considerado apenas como a inflação, sem previsão de aumentos nos preços do mercado – numa análise conservadora), e nominal nos custos de reflorestamento (implementação e manutenção), onde o reajuste de preços é estimado pela evolução dos mesmos valores reais do rendimento médio do trabalho principal.

56 <<http://www.ipeadata.gov.br/ipeaweb.dll/ipeadata?6087203>>. Consulta em junho de 2007.

57 Um exemplo é a tentativa do governo brasileiro, por parte da AND, de padronizar projetos de Linha de Base, para grupos de atividades de MDL afins. Isso reduzirá com certeza o custo dos DCPs.

5.2 – O Caso do Reservatório Artificial do Rio Coruripe

Neste caso, o objeto em questão é um reservatório artificial que será instalado na região das Usinas Coruripe e Guaxuma (AL), sobre o leito do Rio Coruripe, como mostrado no Mapa A03 anexo. Este reservatório terá como finalidade principal o fornecimento de um estoque de água perene para fins de irrigação das plantações de cana-de-açúcar da região.

Da mesma forma que a Usina Coruripe vem desenvolvendo ações de reflorestamento de matas ciliares às margens do rio, é pretendido “florestar”⁵⁸ o entorno do novo reservatório.

5.2.1 – Definição das Áreas

A determinação das áreas a serem reflorestadas já foi realizada pelo próprio corpo técnico da usina, e estão demonstradas no Mapa A03. Trata-se de uma área de 62,27ha gerada a partir de uma faixa imaginária⁵⁹ de 30m de largura para fora do nível do reservatório.

5.2.2 – Entrada das espécies de mudas

De acordo com as curvas de nível mostradas no levantamento planialtimétrico⁶⁰ do Mapa A03, não é possível a implantação do modelo de plantio do tipo A (para áreas encharcadas frequentemente), pois só existem áreas que podem vir a ser encharcadas temporariamente e, principalmente, áreas bem drenadas. Desta forma, para fins deste estudo de caso, consideraram-se 30% da área como sendo para plantio do tipo B e 70% do tipo A, dada a topografia relativamente íngreme demonstrada pelas curvas de nível. Em ambos os casos, o modelo de plantio adotado é o heterogêneo, pois as áreas circunvizinhas são cobertas apenas por plantações de cana-de-açúcar.

Vale lembrar que se considera a evolução do uso do solo da região como sendo estagnada, ou seja, entende-se que, nos últimos 10 ou 15 anos, a área a ser plantada sempre esteve sendo utilizada para a monocultura canavieira e que esta tendência deve ser seguida.

O custo das mudas plantadas foi fornecido pela própria Usina Coruripe e é baseado nas experiências antecedentes de reflorestamento ciliar

58 Plantio de florestas onde não existem resquícios destas.

59 Como definido pelo Código Florestal Brasileiro.

60 Levantamento topográfico em que são conhecidas as coordenadas horizontais (planimetria) e verticais (altimetria).

no rio em questão. Portanto, todas as mudas possuem o mesmo valor (R\$ 2,67, já plantadas), determinado pelo custo de produção e plantio médio, que é independente da espécie arbórea. Estas mudas são produzidas pela própria usina através de coletas realizadas nos arredores, resultando em espécies que apresentam boa adaptabilidade e, portanto, serão consideradas também para este estudo de caso. O Quadro 12 mostra estas espécies:

Nome vulgar	
Angélica	Imbaúba
Angelim-pedra	Ingazeira
Araçá-boi	Ipê-amarelo
Araçá-canela-de-veado	Ipê-roxo
Araçá-vermelho	Jaqueira-do-brejo
Araçá-boi	Jenipapo
Araçá-canela-de-veado	Jitaí
Araticum	Juazeiro
Bacupari	Leiteiro-preto
Banana-de-papagaio	Louro-branco
Banha-de-galinha	Louro-carvão
Barbatimão	Maçaranduba
Bulandi	Miolo-preto
Burdão-de-velho	Moringa
Cabo-de-facão	Mulungu
Cajazeira	Munguba
Cajueirinho	Murici
Camaçari	Ouricuri
Canafístula-amarela	Pau-d'óleo
Canafístula-rosa	Pau-brasil
Cruiri	Pau-de-teiú
Cupiúba-branca	Peroba-rosa
Enxúndia	Quiri-de-leite
Gararoba	Sabonete
Gargaúba	Sapucaia
Grão-de-galo	Sucupira-preta
Guabiraba	Visgueiro

Quadro 12 – Espécies Nativas da Região de Coruripe – AL, segundo seu Nome Vulgar

Fonte: Levantamento da Usina Coruripe realizado em 2006/2007.

5.2.3 – Entradas de parâmetros e outros valores

Da mesma forma que no estudo anterior, os valores utilizados para todas as entradas e parâmetros, bem como suas respectivas fontes, estão incluídos na seção 6.3.

Neste estudo de caso, também se considera a instalação dos viveiros, pois já existem sete deles funcionando na região (ver Foto 1) desde as atividades de reflorestamento passadas. Também é considerada a compra de ferramentas de trabalho e desconsiderada a necessidade da obtenção de equipamentos para irrigação, visto que a usina já os possui.



Foto 1 – Viveiros Instalados na Região

Fonte: Elaboração do Autor.

O preparo do terreno não considera queimadas, para o cálculo do estoque de carbono, pois todo o uso do solo é composto por cana e a queima já é uma atividade esperada para antes do início do plantio da floresta.

O plantio foi simulado para 3 meses (visto que a área é reduzida), podendo-se aproveitar melhor o período chuvoso. E de maneira diferente, as simulações de densidade de plantio e de adubação não serão consideradas neste caso, pois, agora, a intenção é avaliar se as RCEs geradas serão suficientes para pagar os custos de transação, ou seja, o que se procura é apenas verificar se o projeto de MDL pode ajudar a pagar alguma fração do custo do reflorestamento. Assim, o reflorestamento simulado é semelhante ao já realizado nas margens do rio Coruripe, com densidade

de plantio de 3,0m x 2,0m, com a adubação já utilizada no caso anterior, além de o período de verificações e certificações de RCEs sendo simulado para identificação do mais viável.

As cercas e aceiros com 3m de largura são os tipos de proteção considerados, e a área utilizada para esta finalidade também representa custos de oportunidade.

A manutenção será realizada da mesma forma que no estudo de caso I, com exceção da irrigação, que, agora, será considerada durante 5 (cinco) anos.

Já a distância média de deslocamento dos veículos é um pouco menor, pois a área de plantio é mais concentrada e os viveiros ficam teoricamente mais próximos à área de plantio, o que deve gerar menores vazamentos (de GEEs) e emissões dentro dos limites do projeto. Vale lembrar que os valores de deslocamento médio foram obtidos através de entrevistas com funcionários da usina.

E finalmente, o tratamento dado às taxas de valorização (para levar ao valor futuro) e às taxas de desconto ao valor presente segue o mesmo padrão anterior.

5.3 – Demais Entradas dos Estudos de Caso

No Quadro 13, está uma lista das quantidades e valores de compras de equipamentos para o plantio e manutenção.

Descrição	Estudo de caso I		Estudo de caso II	
	Quantidade	Valor (R\$)	Quantidade	Valor (R\$)
Viveiros ²		2.500,00		2.500,00
Acampamento ¹	1	4.000,00	1	3.980,20
Almoxarifado ¹	1	2.000,00	1	3.100,50
Banheiro ¹	2	1.000,00	2	1.196,04
Casa de bomba ³		300,00		300,00
Outros				
Enxada ²	30	25,00	15	20,00
Pá ²	20	30,00	15	25,00

Continua

Quadro 13 – Entradas dos Equipamentos Possivelmente Comprados

Descrição	Estudo de caso I		Estudo de caso II	
	Quantidade	Valor (R\$)	Quantidade	Valor (R\$)
Foice ²	20	25,00	15	20,00
Tesoura ²	3	25,00	2	30,00
Motosserra				
Burrifador ²	5	70,00	3	120,00
Outros				
Motor ²		1.500,00		1.500,00
Bomba ²		1.000,00		1.000,00
Equipamento de transporte ³		1.000,00		1.000,00
Conjunto de tubulações ³		5.000,00		5.000,00
Conjunto de mangueira				
Outros				2.500,00

Quadro 13 – Entradas dos Equipamentos Possivelmente Comprados

Fonte: Elaboração do Autor, com dados de entrevistas e consultas.

Notas: ¹ Estimado através dos itens da Tabela de Preços da Emlurb (03.03.010 e 020).

² Entrevistas/consultas.

³ Estimado com cálculos simples baseados em quantidades médias.

Já o Quadro 14 mostra os valores de entrada de diversos parâmetros referentes à implementação e manutenção do plantio, custos de transação e RCEs, com suas respectivas fontes.

Descrição	Símbolo	Caso I	Caso II	Fonte
Área a receber plantio	$A_{\text{planta}ijt}$	Tabela A01	Mapa A03	CAD
Área a receber regeneração natural	$A_{\text{reg}Nataijt}$	Tabela A01	-	CAD
Taxa média de cobertura para as de regeneração natural		70%	-	Entrevista ¹
Distância horizontal média entre as mudas	X_j	2 e 3 principalmente	3	Martins (2001)

Continua

Quadro 14 – Entradas Diversas para os dois Estudos de Caso

Descrição	Símbolo	Caso I	Caso II	Fonte
Distância vertical média entre as mudas	Y_j	1,5 e 2 principalmente	2	Martins (2001)
Largura da faixa ciliar de proteção permanente	L_{faixa}	100, 50 e 30	30	Código Florestal
Largura do aceiro	L_{cei}	3	3	Martins (2001)
Largura da zona-tampão	L_{cei}	-	-	Martins (2001)
Preço unitário de preparação do terreno	P_{prep}	R\$ 2000	R\$ 2000	Emlurb item 03.02.010
Preço unitário de coveamento e coroamento	P_{cov}	R\$ 1	R\$ 1	Emlurb item 05.01.010
Preço unitário da muda “média” para cada modelo de plantio	P_{mud_j}	R\$ 3 a mais barata e R\$ 4,34 a média	R\$ 2,67	M. A. viveiro florestal / Usina Coruripe
Preço unitário do cercado	P_{cer}	R\$ 10	R\$ 10	Entrevista ¹
Largura entre os mourões do cercado		2,5	2,5	
Preço unitário do aceiro	P_{cei}	R\$ 2000	R\$ 2000	Emlurb item 03.02.010
Custo de oportunidade pelo uso da área	$Coport$	R\$ 5000	R\$ 5000	Estimado ²
Preço unitário de adubação	P_{adub}	R\$ 0,42 todos os modelos	R\$ 0,42 todos os modelos	Da Silva (2005)
Frequência da adubação em 1 ano		2	2	Estimado, Martins (2001)
Período de adubação em anos		5	5	Estimado, Martins (2001)
Preço unitário de irrigação	P_{irrig}	R\$ 15	R\$ 7	Estimado ²
Frequência da irrigação em 1 ano		50	50	Estimado ²

Continua

Quadro 14 – Entradas Diversas para os dois Estudos de Caso

Descrição	Símbolo	Caso I	Caso II	Fonte
Período da irrigação em anos		2	4	Estimado ²
Preço unitário de manutenção e limpeza	<i>Plim</i>	R\$ 500	R\$ 500	Estimado, Emlurb
Frequência da man. e limpeza em 1 ano		2	2	Estimado, Martins (2001)
Período da man. e limpeza em anos		7	7	Estimado, Martins (2001)
Preço unitário de combate às formigas	<i>Pcomb</i>	R\$ 1000	R\$ 1000	Estimado, Da Silva (2005)
Frequência do combate às formigas em 1 ano		1	1	Martins (2001)
Período do combate às formigas em anos		5	5	Martins (2001)
Período de validade do projeto de MDL		30 anos	30 anos	Estimado ³
Custos de transação				CPMDL (2007)
Pré-desenvolvimento	<i>Cpredes</i>	U\$ 5000	U\$ 5000	CPMDL (2007)
DCP	<i>Cdcp</i>	U\$ 35000	U\$ 35000	CPMDL (2007)
Aprovação pela AND	<i>Caprov</i>	U\$ 5000	U\$ 5000	CPMDL (2007)
Período aprovação pela AND		6 meses	6 meses	Estimado
Validação pela EOD	<i>Cvalid</i>	U\$ 25000	U\$ 25000	CPMDL (2007)
Período validação pela EOD		7 meses	7 meses	Estimado
Legal/Contratante	<i>Cleg</i>	U\$ 15000	U\$ 15000	CPMDL (2007)
Período Legal/Contratante		7 meses	7 meses	Estimado
Registro pelo conselho executivo < 15000 t CO ₂	<i>Preg_{<15}</i>	U\$ 0,1 / tCO ₂ e	U\$ 0,1	CPMDL (2007)
Registro pelo conselho executivo > 15000 t CO ₂	<i>Preg_{>15}</i>	U\$ 0,2 / tCO ₂ e	U\$ 0,2 / tCO ₂ e	CPMDL (2007)

Continua

Quadro 14 – Entradas Diversas para os dois Estudos de Caso

Descrição	Símbolo	Caso I	Caso II	Fonte
Período registro pelo conselho executivo		12 meses	12 meses	Estimado
Monitoramento	<i>Cmonit</i>	U\$ 6000	U\$ 6000	Estimado
Primeira verificação	<i>Cver1</i>	U\$ 20000	U\$ 20000	CPMDL (2007)
Período da primeira verificação		com 5 anos	com 5 anos	Estimado, CPMDL (2007)
Outras verificações	<i>Cuer</i>	U\$ 10000	U\$ 10000	CPMDL (2007)
Frequência das outras verificações		Simulados de 1 a 10 anos, principalmente 2 e 3 anos	Simulados de 1 a 10 anos, principalmente 7 anos	Estimado, para simulações
Certificações / Emissões de RCEs < 15000 t CO ₂	<i>Preg_{<15}</i>	U\$ 0,1/ tCO ₂ e	U\$ 0,1/ tCO ₂ e	CPMDL (2007)
Certificações / Emissões de RCEs > 15000 t CO ₂	<i>Preg_{>15}</i>	U\$ 0,2/ tCO ₂ e	U\$ 0,2/ tCO ₂ e	CPMDL (2007)
Períodos e frequência das certificações		Idem verificações	Idem verificações	
Despesas administrativas e taxações	<i>Cadmtax</i>	U\$ 3275/ano	U\$ 3275/ano	CPMDL (2007)
Frequência das despesas administrativas		Anual, até 30 anos	Anual, até 30 anos	Estimado
Valor atual das RCEs	<i>Prce's</i>	U\$ 6,5 securitizadas	U\$ 6,5 securitizadas	The World Bank (2007); estimado
Taxa de câmbio US\$ / R\$ atual	<i>T_{US\$/R\$}</i>	1,82	1,82	Cotação do dia

Quadro 14 – Entradas Diversas para os dois Estudos de Caso

Fonte: Elaboração do Autor.

Notas: ¹ “Entrevistas” realizadas com funcionários da Usina Coruripe, empresários do setor de implementos rodoviários, professores e profissionais da área florestal.

² “Estimado” com cálculos simples baseados em quantidades médias.

³ “Estimado” máximo para projetos florestais sem renovação.

Já para as entradas relacionadas ao consumo de combustíveis, o Quadro 15 mostra os valores para o estudo de caso I, enquanto o Quadro 16, para o caso II.

Região	Fase	Veículos	N.	Quant. por uso	Eficiência	Freq. de uso	Prazo da medida
Dentro dos limites	Implementação	Ônibus (diesel)	1	20,00	km	km/1	6 meses
		Caminhão (diesel)	1	20,00	km	km/1	6 meses
		Veículo pequeno a álcool	2	20,00	km	km/1	6 meses
	Manutenção	Veículo pequeno a gasolina	1	20,00	km	km/1	6 meses
		Ônibus (diesel)	1	20,00	km	km/1	5 anos
		Caminhão (diesel)	1	20,00	km	km/1	20 anos
Vazamentos / fugas	Implementação	Veículo pequeno a álcool	1	20,00	km	km/1	30 anos
		Veículo pequeno a gasolina	2	20,00	km	km/1	10 anos
		Irrigação	2	8,00	hs	hs/1	2 anos
	Manutenção	Ônibus (diesel)	1	40,00	km	km/1	6 meses
		Caminhão (diesel)	1	40,00	km	km/1	6 meses
		Veículo pequeno a álcool	2	40,00	km	km/1	6 meses
Manutenção	Veículo pequeno a gasolina	1	40,00	km	km/1	6 meses	
	Ônibus (diesel)	1	40,00	km	km/1	5 anos	
	Caminhão (diesel)	1	40,00	km	km/1	20 anos	
	Veículo pequeno a álcool	1	40,00	km	km/1	30 anos	
Manutenção	Veículo pequeno a gasolina	2	40,00	km	km/1	10 anos	

Quadro 15 – Entradas Relacionadas ao Consumo de Combustíveis Fósseis (Estudo de Caso I)

Fonte: Elaboração do Autor, com dados de entrevistas, técnicos da usina Coruripe, e empresários do setor de implementos rodoviários, e outras consultas.

Rregião	Fase	Veículos	N.	Quant. por uso	Eficiência	req. de uso	Prazo da medida			
									N_{ap}	q_{xy}
Dentro dos limites	Implementação	Ônibus (diesel)	1	10,00	km	3,00	km/1	25	6	meses
		Caminhão (diesel)	1	10,00	km	3,00	km/1	5	6	meses
		Veículo pequeno a álcool	1	10,00	km	9,00	km/1	30	6	meses
		Veículo pequeno a gasolina	1	10,00	km	10,00	km/1	15	6	meses
	Manutenção	Ônibus (diesel)	1	10,00	km	3,00	km/1	2	7	anos
		Caminhão (diesel)	1	10,00	km	3,00	km/1	4	20	anos
		Veículo pequeno a álcool	1	10,00	km	9,00	km/1	12	30	anos
		Veículo pequeno a gasolina	1	10,00	km	10,00	km/1	48	10	anos
		Irrigação	1	8,00	hs	2,00	hs/1	50	4	anos
		Ônibus (diesel)	1	20,00	km	3,00	km/1	25	6	meses
Vazamentos / fugas	Implementação	Caminhão (diesel)	1	20,00	km	3,00	km/1	5	6	meses
		Veículo pequeno a álcool	1	20,00	km	9,00	km/1	30	6	meses
		Veículo pequeno a gasolina	1	20,00	km	10,00	km/1	15	6	meses
		Ônibus (diesel)	1	20,00	km	3,00	km/1	2	7	anos
	Manutenção	Caminhão (diesel)	1	20,00	km	3,00	km/1	4	20	anos
		Veículo pequeno a álcool	1	20,00	km	9,00	km/1	12	30	anos
		Veículo pequeno a gasolina	1	20,00	km	10,00	km/1	48	10	anos

Quadro 16 – Entradas Relacionadas ao Consumo de Combustíveis Fósseis (Estudo de Caso II)

Fonte: Elaboração do Autor, com dados de entrevistas, técnicos da usina Coruripe, e empresários do setor de implementos rodoviários, e outras consultas.

5.4 – Limitações dos Estudos de Caso

É importante citar algumas limitações relacionadas aos estudos de caso, visto que são simulações e que podem divergir um pouco de seus valores reais por alguns motivos listados abaixo:

- No estudo de caso I, só foi considerada uma observação, datada de 2005, o que impossibilitou determinar a taxa de variação temporal da linha de base, prevista na metodologia AM-AR0007 e no próprio modelo de viabilidade econômica;
- Não foram realizadas observações em sito, o que deveria ocorrer no caso da realização de qualquer atividade de reflorestamento e/ou de MDL;
- A escala da observação utilizada no caso I é muito pequena, o que pode proporcionar algum erro, maior que o desejável, no levantamento das áreas;
- As espécies não foram diferenciadas por modelo de plantio, e o ideal é que isso seja considerado nas entradas do modelo econômico (principalmente no caso I);
- Os preços obtidos foram de um viveiro florestal de espécies de Mata Atlântica localizado em São Paulo, o que pode variar um pouco os valores (e as espécies consultadas) das mudas;
- Muitas entradas de parâmetros foram consultadas segundo os valores do IPCC (GPGLULUCF, ou Guideline), e o ideal é que existissem inventários locais que traduzissem valores mais aproximados para a região em específico;
- O foco do trabalho foram apenas as margens do rio Mundaú, no caso I. Porém, pode ser interessante a análise da recuperação de seus afluentes, principalmente no que se refere à regularização hidráulica e à recomposição da zona ripária.

Porém, vale ressaltar que, para minimizar estas questões, seria indispensável a realização de estudos mais específicos no que diz respeito às questões ambientais e, principalmente, bióticas locais. E até a composição de um banco de dados mais atualizado e bem trabalhado.

Capítulo 6

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados da aplicação do modelo de viabilidade econômica nos estudos de caso apresentados. Assim, é possível esclarecer as “saídas” do modelo, possibilitando a discussão daqueles e um melhor entendimento das variáveis mais importantes neste tipo de atividade.

Além disso, possíveis ganhos externos, descritos aqui como externalidades positivas, são discutidos para buscar justificar a realização de atividades de reflorestamento com implementação de projeto de MDL.

6.1 – O Caso do Rio Mundaú-AL

Primeiramente, é importante entender a influência da densidade de plantio, da adubação, e da periodicidade das verificações/certificações e das receitas com RCEs, pois estas são variáveis entendidas como muito importantes na busca de opções mais interessantes do ponto de vista financeiro, pois é intuitivo achar que quanto maior a densidade maiores os custos de plantio. No entanto, também será maior a receita com a venda das RCEs, o que também se espera que venha a ocorrer com a adubação do plantio como forma de manutenção deste.⁶¹ Por outro lado, quanto maior a periodicidade das certificações, mais rápido as receitas estarão

⁶¹ Sabe-se que, se o plantio é devidamente adubado, além do maior crescimento das espécies, a mortalidade também é reduzida, porém é bastante difícil mensurar estes números para matas nativas; por este motivo, não se considera este segundo fato no modelo proposto.

disponibilizadas, porém mais altos se tornam os custos de verificação e certificação do projeto de MDL.

Para que seja possível discutir um cenário mais adequado, é importante analisar os resultados mostrados nas Tabelas 2 e 3.⁶²

Tabela 2 – Matriz Comparativa dos Custos de Reflorestamento nas Simulações para Variações no Adensamento de Plantio, Frequência de Verificações e Certificações, e Existência ou não de Aducação (R\$ 1000)

Evolução da frequência de verificações (primeira com 5 anos)	Aducação	Densidade de plantio				
		1,5 x 1,0	2,0 x 1,5	2,5 x 2,0	3,0 x 2,0	3,0 x 3,0
1 ano	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
1 ano	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012
2 anos	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
2 anos	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012
3 anos	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
3 anos	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012
4 anos	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
4 anos	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012
5 anos	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
5 anos	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012
6 anos	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
6 anos	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012
7 anos	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
7 anos	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012
8 anos	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
8 anos	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012
9 anos	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
9 anos	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012
10 anos	sim	-19.180	-12.491	-9.814	-9.144	-8.028
10 anos	não	-13.110	-9.452	-7.988	-7.622	-7.012

Fonte: Elaboração do Autor.

Nota: ¹ Os valores estão atualizados para o valor presente.

⁶² Foram feitas dezenas de simulações, porém o ideal seria a implementação de um modelo de cálculo que otimizasse estas variáveis (entre outras).

Tabela 3 – Matriz Comparativa das Simulações da Receita Líquida do Projeto de MDL para Variações no Adensamento de Plantio, Frequência de Verificações e Certificações, e Existência ou não de Adubação (R\$ 1000)

Evolução da frequência de verificações (primeira com 5 anos)	Adubação	Densidade de plantio				
		1,5 x 1,0	2,0 x 1,5	2,5 x 2,0	3,0 x 2,0	3,0 x 3,0
1 ano	sim	858	213	-46	-110	-219
1 ano	não	985	276	-8	-79	-198
2 anos	sim	865	248	-1	-64	-169
2 anos	não	992	311	37	-32	-147
3 anos	sim	841	244	4	-56	-157
3 anos	não	968	307	43	-24	-135
4 anos	sim	805	229	-1	-59	-156
4 anos	não	932	293	37	-27	-134
5 anos	sim	773	216	-7	-63	-156
5 anos	não	900	280	31	-31	-134
6 anos	sim	730	195	-19	-72	-162
6 anos	não	857	259	19	-40	-141
7 anos	sim	700	181	-27	-78	-166
7 anos	não	827	245	12	-46	-144
8 anos	sim	661	162	-38	-88	-172
8 anos	não	788	225		-56	-150
9 anos	sim	622	143	-49	-97	-177
9 anos	não	750	207	-10	-65	-155
10 anos	sim	588	126	-59	-105	-183
10 anos	não	715	190	-21	-73	-161

Fonte: Elaboração do Autor.

Nota: ¹ Os valores estão atualizados para o valor presente.

Os resultados sugerem, como esperado, que os custos de plantio mais baixos são os de pouca densidade (ex.: 3,0m x 2,0m e 3,0m x 3,0m), e sempre sem adubação (as células das colunas da Tabela 2 têm os mesmos

valores porque a periodicidade das etapas do projeto de MDL não influem nos valores de plantio).

Ainda como esperado, as maiores receitas líquidas do projeto de MDL (no prazo de 30 anos) ocorrem nos plantios mais adensados (ex.: 1,5m x 1,0m e 2,0m x 1,5m).

Os fatos mais interessantes, e talvez não-esperados, dizem respeito à adubação e a periodicidade das verificações/certificações.

Ao contrário do que inicialmente poder-se-ia esperar, a adubação prejudica a receita líquida do projeto de MDL. Isso sugere que os vazamentos/fugas devido à aplicação de óxido nitroso (N_2O), presente na fertilização direta com nitrogênio (N), emite mais CO_2 e que a própria absorção através do incremento no crescimento da biomassa viva (e posteriormente morta, e serrapilheira). Isso é verdade porque se, por um lado, a fertilização/adubação gera um incremento do ganho de biomassa pela árvores vivas, por outro, causa a emissão deste gás, que possui um razoável potencial de aquecimento global, devendo ser descreditado do estoque final de C.

Já com relação à periodicidade, os resultados também sugerem, de forma bastante interessante, que menores períodos podem ser mais atrativos que os maiores (como inicialmente poderia ser previsto). Isso ocorre, pois, apesar dos custos de transação relacionados às verificações aumentarem; uma vez que aumenta o número de vezes que são realizadas estas etapas, os de certificação não alteram substancialmente (podendo até diminuir), posto que estão relacionados à quantidade de CO_2 a ser certificada (ver equações 27 a 31). Além disso, é menos vantajoso certificar e receber os valores referentes às RCEs em períodos longos, onde um grande volume de créditos seria agrupado, e sujeitos a um maior desconto quando trazidos para o valor presente. Verifica-se, então, segundo o modelo, que, para plantios mais adensados, a periodicidade mais vantajosa é de 2 em 2 anos e, para adensamentos menores, de 3 em 3, ou 4 em 4 anos.

Para se analisar melhor, o Gráfico 1 mostra o fluxo, em valor presente, dos custos de transação e das receitas adquiridas com a venda das RCEs do plantio 3,0m x 2,0m, adubado, com periodicidade de 10 em 10 anos. Nota-se que os custos somam R\$ -414.337, e as receitas R\$ 308.936, gerando o saldo de R\$ -105.400 para o projeto de MDL.

Para este mesmo caso, ao adotar-se a periodicidade de 3 em 3 anos, o fluxo dos custos em valor presente é dado pelo Gráfico 2, onde os custos de transação somam R\$ -441.301 (um pouco maiores por conta do maior número de verificações) e as receitas somam R\$ 385.593 (maiores por conta dos descontos para o valor presente). Isso configura um saldo mais atrativo que o anterior e ajuda a explicar o interessante resultado encontrado para a periodicidade de verificação, certificação e venda das RCEs.

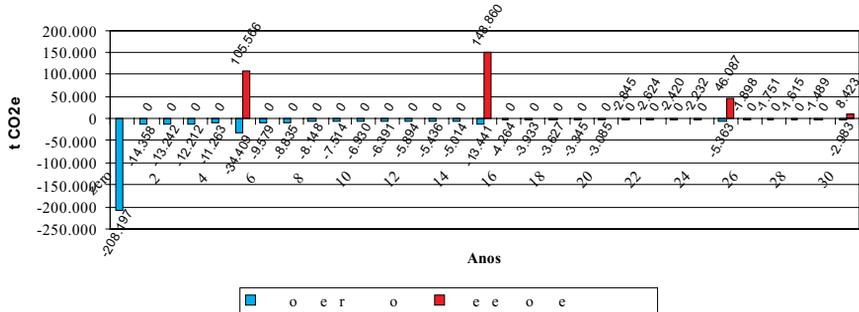


Gráfico 1 – Fluxo dos Custos e da Receita para o Projeto de MDL, na Simulação com Periodicidade de 10 anos (em Valor Presente – R\$)

Fonte: Elaboração do Autor.

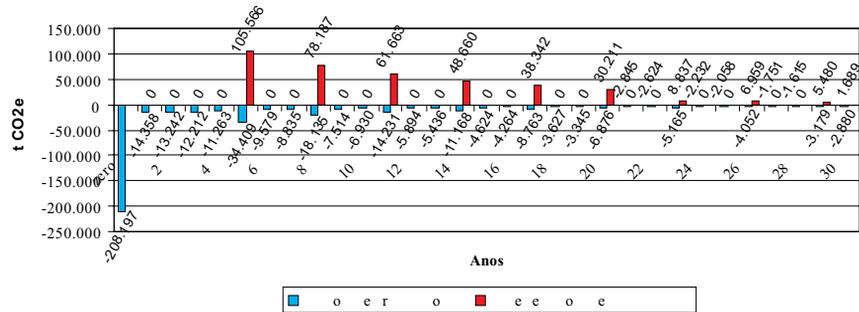


Gráfico 2 – Fluxo dos Custos e da Receita para o Projeto de MDL, na Simulação com Periodicidade de 3 anos (em Valor Presente – R\$)

Fonte: Elaboração do Autor.

Em negrito, estão os valores que chamam mais a atenção. Para o plantio em 1,5m x 1,0m, não-adubado e com periodicidade de 2 anos, o projeto de MDL é viável no horizonte de 30 anos e chega a pagar 7,56% dos custos do reflorestamento. Porém, por se tratar de um plantio bastante adensado, os custos de reflorestamento são altíssimos (aproximadamente

R\$ 13.110 mil). Caso este mesmo plantio seja adubado, os custos de reflorestamento aumentam ainda mais, a receita líquida do projeto de MDL diminui e a receita líquida de toda a atividade chegaria a R\$ -18.315 mil (a receita positiva do projeto de MDL pagaria apenas 4,51% do reflorestamento). Se o mesmo caso for sujeito a uma periodicidade baixa de 10 anos, por exemplo, o valor total líquido de MDL deve chegar a R\$ -18.592 mil, mostrando um menor desempenho.

No outro extremo da matriz, encontra-se a situação onde o plantio é muito pouco adensado (3,0m x 3,0m), não-adubado e com periodicidade de 4 anos, refletindo os melhores valores globais para o reflorestamento, somado ao projeto de MDL (R\$ -7.146 mil, e R\$ -8.184 mil com adubação), o que se deve exclusivamente à grande diminuição dos custos de reflorestamento, uma vez que a receita líquida obtida com as RCEs é negativa neste caso.

Tudo isso sugere que o projeto de MDL é tão mais viável quanto maior for o adensamento do plantio, porém são exatamente estes os de reflorestamento mais custosos tanto em sua implementação quanto em sua manutenção.

Para aprofundar essa análise, é importante atentar que dificilmente os plantios de matas ciliares (a não ser quando o objetivo principal for a contenção rápida de erosões) serão muito adensados devido aos altos custos. Da mesma forma, se forem muito pouco adensados aumentam os riscos de insucesso do plantio e o tempo de sucessão das espécies. Bem como, focar a análise com periodicidades de verificação/certificação em que o projeto de MDL é mais viável.

Portanto, a análise mais detalhada dos resultados obtidos com este modelo será focada em situações mais plausíveis de utilização real, ou seja, plantios com densidade, de média a baixa e com periodicidades medianas a baixas. A Tabela 4 mostra os resultados destas simulações: I - 2,0m x 1,5m, de 2 em 2 anos, com e sem adubação; II - 3,0m x 2,0m, de 3 em 3 anos, com e sem adubação.⁶³

⁶³ Nota-se que são abordadas situações com e sem adubação, para sua melhor compreensão.

Tabela 4 – Estimativa Geral dos Custos e Benefícios¹ do Reflorestamento com Horizonte de 30 anos, para Simulações do Estudo de Caso I (R\$)

Valor presente	Plantio 2,0m x 1,5m; 2 anos		Plantio 3,0m x 2,0m; 3 anos	
	Com adubação	Sem adubação	Com adubação	Sem adubação
Custos de equipamentos	-11.663	-11.663	-11.663	-11.663
Custos de implementação	-4.845.197	-4.845.197	-3.015.062	-3.015.062
Custos de manutenção	-7.634.053	-4.595.601	-6.117.427	-4.595.601
Custo do reflorestamento	-12.490.913	-9.452.461	-9.144.152	-7.622.326
Custos de transação MDL	-525.941	-534.076	-441.301	-445.329
Receita com as RCEs	773.514	845.203	385.593	421.552
Receita líquida MDL	247.574	311.128	-55.708	-23.777
Receita líquida total	-12.243.339	-9.141.333	-9.199.860	-7.646.102

Fonte: Elaboração do Autor.

Nota: ¹ Os valores estão atualizados para o valor presente.

Segundo estas simulações:

- Os custos com equipamentos mantêm-se constantes, como esperado;
- Os custos de implementação são 60,7% superiores quando o plantio é mais denso devido ao maior número de covas e mudas;
- Os custos de manutenção são claramente maiores quando o plantio é adensado e quando existe adubação;
- Como as demais variáveis de manutenção são dadas em área, os custos de manutenção não variam (segundo o modelo) com a densidade de plantio;
- Os custos de transação são maiores quando o volume de créditos gerado é maior; isso se deve aos custos de característica variável como o registro e as certificações;

- Para as simulações com adubação, a receita líquida do projeto de MDL é sempre menor, o que confirma a captação deste modelo de uma emissão de N_2O , medida em CO_2e , maior que o incremento sobre o crescimento das árvores vivas (posteriormente, mortas e serrapilheira) devido à própria adubação (considerando o fator de 15% de aumento no crescimento);
- A receita com as vendas das RCEs é superior quando o adensamento é maior, entretanto, diminui com a aplicação da adubação.

Diante deste quadro, surge uma questão sobre a qual vale apenas colocar: a adubação realmente reduz os ganhos financeiros decorrentes das vendas de RCEs?

Como a absorção de carbono, medida em CO_2e , é o resultado da soma de várias parcelas de incremento de estoque com outras de decréscimo deste estoque, além das emissões causadas em detrimento da atividade de projeto, basta analisar os valores de variação deste estoque e as emissões devidas ao N_2O emitido através da adubação com aplicação direta de N (nitrogênio). Se o incremento do estoque é dado pela diferença entre os incrementos deste com e sem adubação, então, basta comparar este valor com as emissões de N_2O devido à adubação.

Para o adubo e o composto⁶⁴ utilizados como entrada, além da mesma frequência e período de adubação, e considerando o modelo de plantio 3,0m x 2,0m (devido ao seu menor custo), os valores da Tabela 5 foram estimados.⁶⁵

Para a situação com adubação, o incremento do estoque de carbono é aumentado em 618 t CO_2e para cada um dos 5 anos de aplicação,⁶⁶ porém as emissões de N_2O representam 1.617 t CO_2e por ano, o que inviabiliza (segundo a sugestão dos resultados), do ponto de vista da geração futura de RCEs, a aplicação de fertilizantes sintéticos e orgânicos no reflorestamento ciliar. Somado a isso está o grande acréscimo dos custos de manutenção, que, para esta situação simulada, foi de R\$ -1.521.826.

64 O adubo sintético NPK 18-10-20 e o composto com uma proporção de 0,93% de nitrogênio, foram a referência para o cálculo da quantidade de N aplicada, por adubação.

65 Vale lembrar que os valores aparecem bem comportados porque os dados existentes sobre o incremento de biomassa normalmente são dados como uma taxa linear por unidade de área.

66 O modelo desconsidera prováveis alterações no crescimento das espécies durante os anos subsequentes à aplicação dos fertilizantes.

Tabela 5 – Variação Líquida do Estoque de C devido à Aplicação de Fertilizante NPK e Composto (Plantio não-Adensado)

t CO ₂ e/ano	Com adubação		Sem adubação	
	Incremento	Emissão (-)	Incremento	Emissão (-)
1	5.001	1.617	4.383	
2	5.001	1.617	4.383	
3	5.001	1.617	4.383	
4	5.001	1.617	4.383	
5	5.001	1.617	4.383	
6	4.383		4.383	
7	4.383		4.383	
8	4.383		4.383	
9	4.383		4.383	
10	4.383		4.383	
11	4.383		4.383	
12	4.383		4.383	
13	4.383		4.383	
14	4.383		4.383	
15	4.383		4.383	
16	4.383		4.383	
17	4.383		4.383	
18	4.383		4.383	
19	4.383		4.383	
20	4.383		4.383	
21	1.442		1.442	
22	1.442		1.442	
23	1.442		1.442	
24	1.442		1.442	
25	1.442		1.442	
26	1.442		1.442	
27	1.442		1.442	
28	1.442		1.442	
29	1.442		1.442	
30	1.442		1.442	
Líquido	97.086		102.082	

Fonte: Elaboração do Autor.

Vale lembrar que esta é uma análise financeira e que não contempla aspectos bióticos de difícil mensuração, como, por exemplo, a mortalidade na ausência de adubação e os aspectos nutricionais do solo. Ou seja, é bastante possível que seja necessária a adubação independentemente dos aspectos financeiros relacionados ao projeto de MDL.

Outro ponto fundamental diz respeito ao adensamento de plantio. O fato de os custos aumentarem quando o adensamento é maior comprova a hipótese de que os créditos de carbono, em específico as RCÉs, não pagam as atividades de reflorestamento de matas nativas ciliares. Isso também é reforçado pelas receitas líquidas totais de todas as quatro simulações. De qualquer forma, questões técnicas como a velocidade com que o plantio se estrutura devem ser levadas em consideração. Um exemplo é o reflorestamento ciliar de áreas degradadas com a finalidade de conter processos erosivos.

Os resultados sugerem que a atividade de projeto de MDL se paga no plantio de 2,0m x 1,5m e ainda permite o financiamento de praticamente 1,98% do plantio com adubação e 3,29%, quando sem adubação. Porém, para o plantio de 3,0m x 2,0m, neste estudo de caso, o projeto de MDL não seria viável do ponto de vista financeiro. Sem contar os benefícios externos (externalidades positivas) que devem surgir devido à implementação deste tipo de projeto, e serão abordados adiante.

Para compreender bem a evolução dos custos e das receitas, foi analisada a situação mais plausível de ocorrência onde o plantio é menos adensado (com menor custo) e com adubação, visto que normalmente é necessário.

O Gráfico 3 mostra a evolução dos componentes do estoque de carbono durante o período de validade do projeto (30 anos), e serve como um indicador dos subestoques e das emissões por fontes mais relevantes para a geração de créditos.

Nota-se que o estoque de carbono concentra-se principalmente nas árvores vivas, seguidas pela madeira morta (com a taxa de mortalidade utilizada de 1,77% ao ano). A serrapilheira, por sua vez, não concentra um grande estoque, pois o incremento líquido é pequeno (0,3 t CO₂e / ha / ano), uma vez que se trata de um tipo florestal tropical relativamente úmido e quente, proporcionando uma elevada taxa de decomposição.

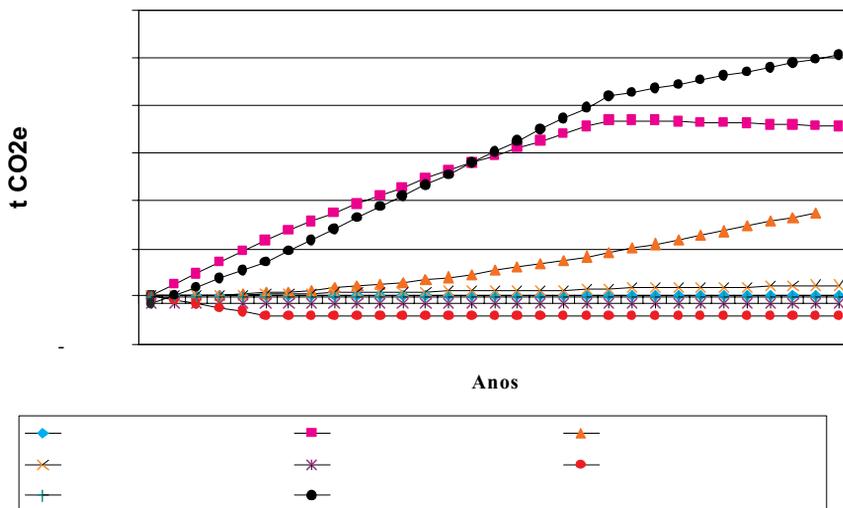


Gráfico 3 – Evolução do Estoque de Carbono durante a Validade do Projeto de MDL (t CO₂ e)

Fonte: Elaboração do Autor.

Já as emissões por fontes aparecem como as principais causadoras de um decréscimo do estoque líquido, principalmente por conta das emissões de N₂O, as quais aumentam até o quinto ano (último ano de adubação). Percebe-se que após este período, a evolução das emissões por fontes permanecem quase inalteradas, revelando uma pequena participação das emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis.

Retornando à análise de custo benefício, a Tabela 6 mostra, separadamente, a evolução dos custos e da receita devida à acumulação do estoque de carbono para a situação em questão.

Nota-se que as receitas provenientes das vendas de RCEs são contabilizadas a cada período de 3 anos a partir de um primeiro período (primeira verificação e primeira certificação) de 5 anos adotado porque, nos primeiros anos, a absorção de CO₂ pelos sumidouros ainda não funciona com taxas elevadas.⁶⁷

⁶⁷ Essa tendência não é captada pelo modelo, que possui apenas duas taxas fixas de crescimento das espécies. A primeira até 20 anos e a segunda de 20 a 30 anos. Mas é sabido que, na realidade, as tendências não são lineares e começam com taxas marginais de incremento da biomassa crescentes, passando a ser decrescentes em anos mais elevados. Vale também lembrar que as metodologias de cálculo e os dados disponibilizados no GPLULUCF não consideram este aspecto real.

Tabela 6 – Fluxo dos Custos (em Valor Presente) e da Receita para o Plantio 3,0m x 2,0m e Adubado, com Periodicidade de 3 anos (R\$)

Ano	Reflorestamento		Projeto de MDL			Total	
	Custos de equipamentos	Custos de implantação	Custo de manutenção	Custos de transação MDL	Receita com venda das RCE's		Receita líquida do projeto de MDL
zero	-11.663	-3.015.062		-208.197		-208.197	-3.234.921
1			-1.284.280	-14.358		-14.358	-1.298.638
2			-1.190.023	-13.242		-13.242	-1.203.265
3			-1.016.859	-12.212		-12.212	-1.029.071
4			-942.229	-11.263		-11.263	-953.491
5			-873.076	-34.409	105.566	71.157	-801.919
6			-420.927	-9.579		-9.579	-430.506
7			-390.034	-8.835		-8.835	-398.868
8				-18.135	78.187	60.052	60.052
9				-7.514		-7.514	-7.514
10				-6.930		-6.930	-6.930
11				-14.231	61.663	47.432	47.432
12				-5.894		-5.894	-5.894
13				-5.436		-5.436	-5.436
14				-11.168	48.660	37.492	37.492
15				-4.624		-4.624	-4.624
16				-4.264		-4.264	-4.264
17				-8.763	38.342	29.579	29.579

Continua

Tabela 6 – Fluxo dos Custos (em Valor Presente) e da Receita para o Plantio 3,0m x 2,0m e Aduado, com Periodicidade de 3 anos (R\$)

Conclusão

Ano	Reforestamento			Projeto de MDL			Total
	Custos de equipamentos	Custos de implantação	Custo de manutenção	Custos de transação MDL	Receita com venda das RCE's	Receita líquida do projeto de MDL	
18				-3.627		-3.627	-3.627
19				-3.345		-3.345	-3.345
20				-6.876	30.211	23.335	23.335
21				-2.845		-2.845	-2.845
22				-2.624		-2.624	-2.624
23				-5.165	8.837	3.672	3.672
24				-2.232		-2.232	-2.232
25				-2.058		-2.058	-2.058
26				-4.052	6.959	2.907	2.907
27				-1.751		-1.751	-1.751
28				-1.615		-1.615	-1.615
29				-3.179	5.480	2.301	2.301
30				-2.880	1.689	-1.191	-1.191
Soma	-11.663	-3.015.062	-6.117.427	-441.301	385.593	-55.708	-9.199.860

Fonte: Elaboração do Autor.

Nota: Os valores estão atualizados para o valor presente.

Sendo assim, a hipótese inicial de que a receita gerada pelas RCEs poderia ajudar a financiar parte das ações de reflorestamento de matas ciliares não foi comprovada para este estudo de caso do Rio Mundaú. Porém, poderia ocorrer se a densidade de plantio fosse mais alta ou se a área a ser plantada fosse maior (entre outras variáveis que podem ser alteradas e simuladas neste modelo), pois acarretaria uma receita líquida do projeto de MDL positiva, dada a diluição dos custos fixos de transação. Isto necessita da aceitação da premissa de que o mercado de carbono baseado em projetos (como é o caso da negociação de RCEs) continuará regido por normas parecidas com as atuais de Quioto para todo o horizonte de projeto. Ou que a área seja tão grande que isso seja verificado no próprio período de comprometimento (2008 a 2012), com a inclusão de seus afluentes por exemplo.

6.2 – O Caso do Reservatório Artificial do Rio Coruripe

O aspecto mais importante deste caso, é a pequena área a ser reflorestada, o que pode inviabilizar a atividade de projeto de MDL, de acordo com as tendências do estudo anterior. De acordo com plantios anteriormente realizados no próprio rio Coruripe, a simulação é obtida com o plantio de 3,0m x 2,0m e adubado. Porém, por se tratar de um plantio diferente do anterior, segundo o uso do solo, quantidade de área a ser plantada, forma de aquisição das mudas (confeccionadas *in loco*), período e valor de irrigação, instalações necessárias etc., é importante simular a periodicidade das verificações, certificações e venda das RCEs (ver Gráfico 4).

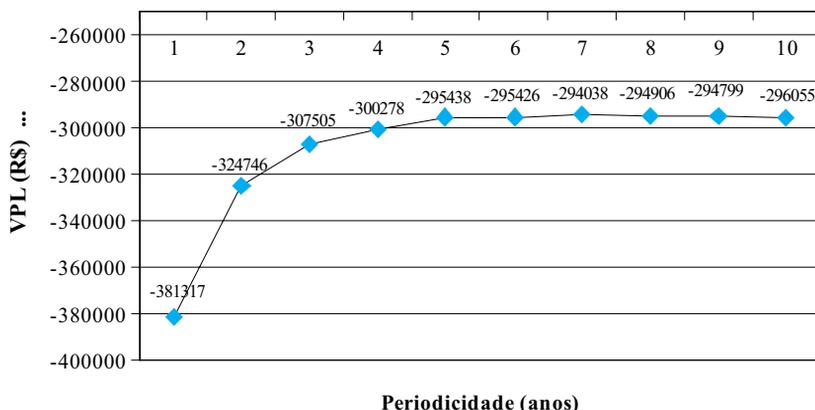


Gráfico 4 – Evolução da Receita Líquida do Projeto de MDL devido à Variação da Periodicidade das Verificações/Certificações

Fonte: Elaboração do Autor.

O Gráfico 4 mostra a evolução da receita líquida, em VPL, do projeto de MDL para este caso. Fica claro que não existe viabilidade financeira; a situação mais interessante apresenta um valor negativo de R\$ -924.038 referente à periodicidade de 7 anos. Ou seja, o projeto de MDL só se justificaria dados outros retornos ou externalidades (que serão abordados mais a diante).

De qualquer forma, vale a pena entender com mais detalhes o que se encontra por trás destes números. Os resultados dos custos de reflorestamento e de transação e da receita com as RCEs são expressos na Tabela 7.

Tabela 7 – Estimativa Geral dos Custos e Benefícios do Reflorestamento com Horizonte de 30 anos, para o Estudo de Caso II (R\$)

Valor presente	Plantio 3,0m x 2,0m; 7 anos com adubação
Custos de equipamentos	-10.868
Custos de implementação	-627.508
Custos de manutenção	-1.248.687
Custo do reflorestamento	-1.887.063
Custos de transação MDL	-364.638
Receita com as RCEs	70.600
Receita líquida MDL	-294.038
Receita líquida total	-2.181.101

Fonte: Elaboração do Autor.

Nota: Os valores estão atualizados para o valor presente.

O aspecto mais importante desta análise é ainda mais específico, pois trata apenas do projeto de MDL em si, visto que a receita está longe de pagar os custos de transação (receita líquida de R\$ -294.038). Isso ocorre porque os custos têm componentes fixos (com exceção do registro e da certificação, os quais se enquadram melhor como variáveis) e, desta forma, a maioria dos custos não é diretamente ligada à quantidade de RCEs geradas. É bem verdade que, para projetos menores, os custos fixos possuem uma escala menor, porém não-proporcional, o que pode inviabilizar a execução de atividades de projeto de MDL isoladas, de pequeno porte. A demonstração dos custos de transação para os 30 anos, na Tabela 8, revela que a soma dos custos que são classificados como variáveis (no modelo econômico) não chega a R\$ 10.000, no valor presente.

Tabela 8 – Custos de Transação, para um Horizonte de 30 anos (R\$)

Valor presente	Custos de transação (VPL)
Pré-desenvolvimento	-9.100
DCP	-63.700
Aprovação pela AND	-8.739
Validação pela EOD	-43.402
Legal/Contratante	-26.041
Registro pelo conselho executivo	-8.297
Total da fase de pré-implementação	-159.279
Monitoramento anual (total 30 anos)	-108.929
Primeira verificação	-22.398
Demais verificações	-13.489
Primeira certificação/emissão de RCEs	-311
Demais certificações/emissões de RCEs	-775
Despesas administrativas e taxas (média)	-59.457
Total da fase de implementação	-205.359
Total dos custos de transação	-364.638

Fonte: Elaboração do Autor.

Nota: Os valores estão atualizados para o valor presente.

A análise realizada para o estudo anterior não é mais necessária, porém outra pergunta surge: a partir de que quantidade de área, o plantio executado e gerido desta forma chega a pagar os custos de transação com as receitas das RCEs?

Para respondê-la, basta alterar as duas áreas dadas como entradas do modelo econômico até que o resultado líquido seja zero. Fazendo-se isso e considerando-se as demais entradas semelhantes, estima-se que seria necessário um incremento de 6,1911 vezes a área original de 62,27ha totalizando por volta de 385,5ha. Para tanto, seria necessário que o reservatório em questão apresentasse aproximadamente 128km de margem, pois a largura mínima exigida pelo Código Florestal Brasileiro, para matas ciliares em reservatórios, é de 30m, o que exige um corredor reflorestado bem mais extenso que o estudo de caso anterior, onde 30m seriam a largura mínima para os trechos mais estreitos do curso d'água.

Já para que estes custos fossem pagos dentro do primeiro período de comprometimento (utilizando 5 anos de referência – 2008 a 2012⁶⁸), seria necessário uma área reflorestada bem maior, com cerca de 1.908ha, pois é necessário um grande acúmulo de estoque de carbono nos primeiros 5 anos para pagar os custos de transação, que já incidem em sua maioria durante este período, e com características de custos fixos (segundo o modelo). Depois, com os anos subsequentes, a tendência é que a receita com RCEs provenientes do incremento no estoque de C passe a ser maior que os custos de transação restantes, mas é necessário considerar que este estoque continue sendo válido até o restante do prazo para atividades baseadas em projetos de reflorestamento.

6.3 – Considerações sobre Outros Benefícios na Forma de Externalidades Positivas

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002), Varian (2003) as externalidades são efeitos das atividades produtivas que não se refletem diretamente no contexto analisado, seja um mercado, ou até mesmo nas análises de custo-benefício do produtor em questão. Para adequar esta definição a este estudo, é importante delimitar qual a atividade produtiva em questão. Ou seja, até onde os custos e benefícios são internos (próprios) a análise.

Este trabalho trata de um modelo que analisa a viabilidade financeira de um projeto de MDL baseado no reflorestamento de matas ciliares situadas em especial na Zona da Mata nordestina. Para tanto, ele analisa dos benefícios gerados pela venda das RCEs, bem como os custos de transação envolvidos em tal processo. Além disso, pode ir mais além mostrando se os benefícios são capazes de superar os custos de transação e, portanto, cobrir parte dos próprios custos relacionados às atividades de reflorestamento em si.

Assim sendo, todos os custos e/ou benefícios que se entendam como externos a esta análise, seja frente à própria empresa/órgão ou até mesmo frente ao restante da sociedade, podem ser considerados como externalidades diante daquela. Verifica-se, deste modo, um importante fator estimulador para decisões de reflorestamento ciliar: as externalidades positivas como justificantes da ineficiência financeira das atividades de reflorestamento.

68 A limpeza e manutenção do plantio que se dava em 7 (sete) anos agora passa para um período máximo de 5 anos.

Como sugerem as simulações realizadas, os custos de reflorestamento não podem ser pagos, se não parcialmente, pela receita líquida do projeto de MDL quando a análise leva em consideração apenas os custos (marginais) e benefícios (marginais) internos (que estão dentro do contexto financeiro analisado). Porém, existem muitos fatores externos à análise que devem ser considerados, em especial os benefícios (marginais) externos, que, levados em conta, conferem à análise a possibilidade de se verificarem os benefícios (marginais) sociais.⁶⁹ Ou seja, os benefícios sociais totais seriam iguais aos benefícios líquidos internos, mais os benefícios externos (à análise financeira do modelo) para a empresa/órgão em si, mais os benefícios externos para o restante da sociedade.

Apesar de esta análise não fazer parte do escopo principal deste trabalho, é importante citar alguns destes benefícios externos que podem ajudar a justificar economicamente a realização de atividades de reflorestamento (até mesmo quando a receita líquida do projeto de MDL não for positiva), ao se observarem os benefícios sociais como um todo:

- Ganhos ambientais globais, ao passo que a atividade ajuda a mitigar o estoque de GEEs na atmosfera;
- Ganhos ambientais locais exigidos pelas normas do MDL e verificadas pela AND brasileira, à medida que: melhora a quantidade e qualidade da água do córrego/ reservatório protegido, beneficiando a fauna terrestre e aquática, além das comunidades a jusante; proporciona habitats aquáticos e terrestres mais adequados para a fauna, funcionando como proteção para os peixes nas margens, e corredor ecológico para os animais terrestres; protege as margens contra erosões etc. (como mostrado no capítulo 3, e no apêndice);

Além disto, como uma atividade de reflorestamento pode ser considerada uma ação integrante de um programa de gestão ambiental, como a exercida, por exemplo, pela Vale S.A. e Aracruz Celulose,⁷⁰ algumas externalidades positivas podem ser enquadradas como benefícios externos para o próprio autor do projeto (seja empresa privada, de economia mista, estatal, organização não-governamental, ou qualquer órgão do gover-

69 BMS = BMI + BME

70 Em: <<http://www.vale.com/vale/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=5>; e em http://www.aracruz.com.br/show_amb.do?act= stcNews&menu=false&id=1522&lang=1>. Em abril de 2008.

no). Segundo Donaire (1999), estes benefícios poderiam ser enquadrados como econômicos:

- Gerando economia sobre alguns custos – graças a ganhos com relação à quantidade de água (e por que não à qualidade, proporcionando uma utilização mais diversificada e barata?); economia pela venda e aproveitamento de resíduos (como, por exemplo, madeira morta); redução de multas ou penalidades por não-cumprimento de leis ambientais (neste caso o Código Florestal Brasileiro);
- Incrementando às receitas – graças ao aumento da contribuição marginal de “produtos verdes” que podem ser colocados no mercado a preços mais elevados e ao aumento da demanda por produtos relacionados à diminuição da poluição (como, por exemplo, mitigação dos GEEs) em sua cadeia produtiva;
- Linhas de novos produtos para novos mercados, caso um adequado plano de manejo seja implementado no sentido de extrair sustentavelmente produtos naturais destas áreas.
- Donaire (1999) também destaca uma série de benefícios estratégicos, tais como:
- Melhoria da imagem institucional;
- Aumento da produtividade, como, por exemplo, no estudo de caso II, como estratégia de manutenção adequada das margens de um novo reservatório a ser utilizado como estoque de oferta hídrica para irrigação;
- Alto comprometimento do pessoal;
- Melhoria nas relações de trabalho, bem como na criatividade para novos desafios, como no caso da Usina Coruripe, que tem buscado informações sobre a viabilidade de implementação de projetos de MDL, inclusive nas ações de reflorestamento;
- Melhoria nas relações com a comunidade, órgãos governamentais e grupos ambientais;
- Acesso assegurado (ou pelo menos prioritário em alguns casos) ao mercado externo;

- Melhor adequação aos padrões ambientais.

Já Andrade, Tachizawa e Carvalho (2002) mostram estes benefícios do ponto de vista das estratégias que devem ser traçadas referentes a organizações pertencentes a diversos setores que eles mesmo subdividem. Para as empresas inseridas em setores que podem vir a implementar ações de reflorestamento em seu plano de gestão ambiental, as estratégias sugeridas pelos autores visam:

- a. À minimização de impactos que possam ser prejudiciais ao meio ambiente tanto no presente quanto no futuro;
- b. À eliminação de entraves legais com o governo em quaisquer das esferas, adotando estratégia ambiental, de forma a observar estritamente a legislação vigente;
- c. À eliminação de efeitos ambientais indesejáveis, devido à adoção das medidas corretivas e de adequação necessária (neste caso o reflorestamento ciliar);
- d. A uma maior interação com a comunidade, buscando manter um bom conceito quanto à imagem da organização, em virtude das crescentes preocupações sociais relacionadas à preservação do meio ambiente;
- e. À eliminação, criação e/ou aperfeiçoamento de produtos a serem ofertados, inseridos no contexto das questões ambientais e ecológicas, que passam a criar uma demanda cada vez mais exigente;
- f. E finalmente, às estratégias de identificação e exploração de novos nichos de mercado, formado pelos chamados “clientes verdes”, preocupados em adquirir bens e serviços ambientalmente corretos que os atendem de forma diferenciada dos demais concorrentes.

Sendo assim, basta que a receita líquida do projeto de MDL, somada aos benefícios externos para a empresa e para a sociedade, como um todo, supere os custos de implementação e manutenção do reflorestamento, somados aos de transação do projeto de MDL, para que esta atividade seja viável do ponto de vista econômico e não apenas estritamente contábil.

Capítulo 7

CONCLUSÃO

Mesmo diante de um cenário que pode apresentar-se favorável, para o horizonte de 30 anos, a implementação de atividades de projeto de MDL e sua venda de RCEs florestais ainda são bastante discutidas, pois se trata de um volume de carbono estocado e não apresenta garantias de que continuará assim após o período de monitoramento da atividade, o que imprime uma característica de crédito temporário para estas RCEs geradas.

Exatamente por este motivo, o único grande comprador internacional é o Banco Mundial. Além disso, a União Europeia impõe restrições à compra destas RCEs por parte de seus países-membros, além de ser notável a complexidade regulatória deste processo. O resultado desta combinação de fatores é uma participação dos créditos florestais de apenas 1% do total de créditos negociados neste mecanismo, acarretando dificuldades adicionais à negociação e venda dos créditos e diminuindo, assim, seu preço no mercado de Quioto.

Por outro lado, é uma das poucas formas de se “reverter” e não apenas “diminuir a tendência” de crescimento do volume de GEEs na atmosfera. Além disso, se os reflorestamentos de matas nativas forem executados respeitando-se os aspectos naturais e bióticos da região, os ganhos relacionados ao desenvolvimento sustentável local requerido pelo MDL não apenas serão levados a esta comunidade, mas à fauna terrestre existente e, no caso específico de matas ciliares, para a fauna aquática e boa parte das comunidades a jusante do ponto de recuperação, com a melhoria da quantidade e qualidade da água. Consiste, então, em uma tentativa de recompor algo que nunca deveria ter sido extraído e que é fundamen-

tal para o equilíbrio ecológico e socioeconômico local, revelando, assim, inúmeros benefícios externos para a sociedade. Além disso, muitas outras externalidades positivas também devem atingir o próprio autor do projeto. Dentre elas: a melhor adequação às exigências ambientais do governo; melhor relacionamento com a comunidade, organizações ambientais e órgãos estatais interessados na temática; acesso prioritário a mercados externos; aumento da demanda “verde” por seus produtos; ganhos de imagem perante toda a comunidade etc. Desta forma, somando a receita líquida do projeto de MDL aos benefícios externos totais, é bastante razoável que empresas, órgãos ou qualquer entidade tornem-se motivados a executar ações de reflorestamento ciliar, visto que os benefícios sociais totais podem passar a compensar todo o investimento.

Neste trabalho, o modelo econômico apresentado se concentrou em estimar os custos de execução e manutenção do reflorestamento de matas ciliares e, principalmente, os custos e a receita envolvidos com a atividade de projeto de MDL.

Assim, dois estudos de caso foram apresentados e avaliados: o primeiro buscando contemplar a simulação do reflorestamento ciliar de um rio com diversos usos do solo e características de encharcamento diferentes; o outro, analisando um caso que deverá ocorrer em um reservatório rodeado por um mesmo uso, a cana-de-açúcar.

Financeiramente falando, os primeiros resultados sugerem que o plantio deve seguir modelos não-adensados e sem adubação, pois os custos de reflorestamento são inferiores.

No primeiro estudo, às margens do Rio Mundaú, os plantios mais adensados revelaram receitas líquidas do projeto de MDL positivas, porém apresentaram altos custos de reflorestamento. A adubação não se mostrou financeiramente viável, apesar de normalmente necessária do ponto de vista biótico. Entretanto, os estudos se concentraram em simulações sobre situações mais plausíveis de ocorrência, utilizando-se o plantio de 3,0m x 2,0m e adubado, com periodicidade de verificações/certificações de 3 anos, os quais não apresentaram receita líquida do projeto de MDL positiva.

No segundo caso (margens de um reservatório a ser implementado no rio Coruripe), as simulações se concentraram no plantio de 3,0 x

2,0m e adubado (segundo experiências anteriores de reflorestamento no mesmo rio), com periodicidade de 7 anos. A área de 62,27ha (ainda menor que a do caso anterior) também não foi suficiente para apresentar uma receita líquida final do projeto de MDL positiva durante o horizonte máximo estudado de 30 anos. Assim, duas simulações foram realizadas: primeiramente estimou-se uma área mínima pouco superior a 385ha para que o projeto de MDL fosse pago até o fim do seu horizonte; e depois, analisou-se que a área deveria ser de 1.908ha para atingir a viabilidade econômico-financeira dentro do período de compromisso (2008-2012) estipulado pelo Protocolo de Quioto.⁷¹

Tudo sugere a conclusão de que o reflorestamento de matas ciliares com espécies nativas da Mata Atlântica nordestina não é financeiramente viável (resultado já esperado). Porém, a depender principalmente da área de plantio (e regeneração natural), de seus aspectos técnicos e do valor negociado⁷² das RCEs, a atividade de projeto de MDL pode se pagar e até financiar uma parte dos custos do reflorestamento e, quem sabe, servir de ponto estimulador para a ação do estado, como também de empresas ecologicamente conscientes.

Finalmente, é importante sugerir-se a utilização de modelos como este para a realização de diversas simulações procurando entender o comportamento entre as muitas variáveis envolvidas. Ou até, de uma forma mais precisa, submetê-los a uma metodologia de otimização que possa captar a minimização dos custos totais (“prejuízo financeiro”) através da interação entre as variáveis⁷³ que aumentam os custos do reflorestamento e de transação, mas que, por outro lado, também aumentam a receita proveniente da captação líquida de carbono (medida em t CO₂e), o que sugere um ponto ótimo de custo x benefício pelo menos local. Por fim, pode ser incluída a valoração das externalidades positivas na busca de benefícios sociais totais que, de fato, justifiquem estas atividades de reflorestamento com utilização de projetos de MDL agregados.

71 Consideraram-se todos os 5 anos de compromisso firmado.

72 O modelo econômico usa, para sua estimativa, um valor fixo das CERs (que podem ser reajustadas ou descontadas em seu valor), proveniente de uma negociação baseada na sua securitização.

73 Como, por exemplo, a *dummy* adubação e as demais variáveis: incremento do estoque de biomassa viva, densidade de plantio, emissão de GEEs etc.).

Referências

ADAMS, P. W.; BESCHTA, R. L.; FROEHLICH, H. A. **Mountain logging near streamns:** opportunities and challenges. In: INTERNATIONAL MOUNTAIN LOGGING AND PACIFIC SKYLINE SYMPOSIUM, 1988, Corvallis. **Proceedings...** Corvallis: Oregon State University, 1988. p. 153-162.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Mapa de vegetação e uso do solo na região do complexo estuário lagunar mundaú-Manguaba (CELMM), em R3:** relatório de análise dos benefícios sócio-econômico do plano de ações e cenários futuros. Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2005.

ALHO, C. J. R. Mata ciliar como habitat refúgio de fauna do cerrado em caso de fogo? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 7., 1981, Brasília. **Resumo...** 1981. Brasília: [s.n], 1981.

ANDRADE, R. R. B. de.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A. B. de. **Gestão ambiental:** enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002. p. 66-75.

ARONSON, J. et al. Restaurationet Réhabilitation des Écosystèmes dégradés em zones arides et semi-arides: vocabulaireet les concepts. In: PONTANIER, R. et al. **L'Homme peut:** il faire cequ'il a défait? Paris: John Libbey Eurotext, 1995. p. 11-29.

AUBERIN, G. M.; PATRIC, J. H. Water quality after clear-cutting a small watershed in West Virginia. **Journal of Environmental Quality**, v.3, n. 3, p. 243-249, 1974.

BAKER, S. E. **The development, current use, and effectiveness of streamside buffer zones in precluding sediment delivery to forest streams.** 1984. Thesis (M.S.). North Caroline State University, 1984.

BARELLLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. L. (Ed.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. 2. ed. 1. reimpr. São Paulo: Universidade de São Paulo, Fapesp, 2004.

BARTON, J. L.; DAVIES, P. E. Buffer strip and streamwater contamination by atrazine and pyrethroids aerially applied to eucalyptus nitens plantations. **Australian Forestry**, v. 56, n. 3, p. 201-210, 1993.

BAUMERT, K. A. et al. Building on the Kyoto Protocol: options for protecting the climate. **World Resources Institute**, p. 34-35; 90-93, 2002.

BENNETT, A. F. Habitat corridors and the conservation of small mammals in a fragmented forest environment. **Landscape Ecology**, v. 4, n. 2/3, p. 109-122, 1990.

BERKMAN, H. E.; RABENI, C. F. Effect of siltation on stream fish communities. **Env. Bio. Fish.**, v. 18, n. 4, p. 285-294, 1987.

BORG, H.; HORDACRE, A.; BATINI, F. Effects logging in stream and river-buffers on watercourses and water quality in the Southern Forest of Western Australia. **Australian Forestry**, v. 51, n. 2, p. 34-45, 1985.

BRAND, M. A.; ANZALDO, J.; MORESCHI, J. C. Novos produtos para o tratamento preservante da madeira: perspectivas da pesquisa e utilização. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, 2006.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**: emissões de gases estufa por fontes móveis no setor energético. Brasília, 2006. 95 p.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**: emissões de dióxido de carbono pela queima de combustíveis, abordagem top-down. Rio de Janeiro: COPPE, 2006. 115 p.

BREN, L. J. Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review. **Journal of Hydrology**, v. 150, p. 277-299, 1993.

CAPACITAÇÃO EM PROJETOS DE MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO -CPMDL. **Curso de capacitação em projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo**. Brasília: CGEE, 2007.

CARLSON, G. A.; ZILBERMAN, D.; MIRANOWSKI, J. A. **Agricultural and environmental resource economics**. New York: Oxford University Press, 1993, p. 45- 47.

DEBANO, L. F.; SCHIMIDT, L. J. Improving southwestern riparian areas through watershed management. USDA Forest Service, **General Technical Report RM-182**, 34 p., 1989.

DILLAHA, T. A. et al. Vegetative filter strips for agricultural nonpoint source pollution control. **Transactions of the ASAE**, v. 32, n. 2, p. 513-519, 1989.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1999. p. 57-59.

DURIGAM, G.; LEITÃO FILHO, H. F. Florística e fitossociologia de matas silvares do oeste paulista. **Revista Inst. Flor.**, São Paulo, v.7, n. 2, p. 197-239, 1995.

ELMORE, W.; BESCHTA, R. L. Riparian areas: perceptions in management. **Rangelands**, v. 9, n. 6, p. 260-265, 1987.

EMPRESA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA URBANA - EMLURB. **Tabela de preços OR-TP-01-2007**. Recife: Emlurb, 2007. p. 119.

FAIL JR., J. L.; HAINES, B. L.; TODD, R. L. Riparian forest communities and the role in nutrient conservation in an agricultural watershed. **American Journal of Alternative Agriculture**, v. 2, n. 3, p. 114-121, 1987.

FELFILI, J. M. et al. Vegetação arbórea. In: FELFILI, J. M. et al. (Ed.). Projeto biogeografia do bioma cerrado: vegetação e solos. **Cadernos de Geociências do IBGE**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 75-166, 1994.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forest at fazenda água limpa, Federal District, Brazil. p. 393-415. In: FURLEY, P. A.; RATTER, J. A. **Nature and dynamics of forest-savanna boundaries**. London: Chapman & Hall, 1992. 616 p.

FERREIRA. **Ganhos de produtividade de plantações clonais de Eucalyptus urophylla e suas correlações com variáveis edafoclimáticas e silviculturais**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FERRETI, A. R. et al. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, v. 3, n. 7, p.73-77, 1995.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics**: the ecology of landscapes and regions. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 632 p.

FRANKILING, J. F. Scientific bases for new perspectives in forests and streamns. In: NAIMAN, R. J. (Ed.). Watershed management: balancing suatainability and enviromental change. **Springer-Verlag**, p. 25-72, 1992.

GALETTI, M. E.; STOZT, D. MiconiaHypoleuca (Melato-mataceae) como espécie-chave para aves frugívoras no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 56, n. 2, p. 435-439, 1996.

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Recomposição de florestas nativas: algumas perspectivas metodológicas para o Estado de São Paulo. In: BALENSISIEFER, M. (Coord.). **Recuperação de áreas degradadas**: apostila do III curso de atualização. Curitiba: FUFEP, UFPR, 1996. p. 83-100.

GREGORY, S. V. ET AL. Ecosystem perspective of riparian zones. **Bioscience**, v. 41, n. 8, p. 540-551, 1992.

GREGORY, S. V.; WALLING, D. E. **Drainage basin form and process**. New York: John Wiley & Sons, 1973. 456 p.

GUTIERREZ, M. B. S. A equidade nas negociações internacionais entre países desenvolvidos e em desenvolvimento para redução dos gases de efeito estufa: principais critérios e implicações. **IPEA**, 1988. (Texto para discussão, n. 550).

HALSNAES K. Market potential for Kyoto mechanisms of estimation of global market potential for co-operative greenhouse gas emission reduction policies. **Energy Policy**, v. 30, p. 13–32. 2002.

HEWLETT, J. D.; HIBBERT, E. Factors affecting de response of small watersheds to precipitations in humid areas. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST HYDROLOGY. 1967, Oxford. **Anais...** Oxford: Pergamon Press, 1967. p. 275-290.

HORTON, R. E. On approach toward a physical interpretation on infiltration capacity. **Soil Science Socity of American Proc.**, v.5, p. 399-417, 1940.

ICE, G. C. et al. Riparian protection rules for oregon forests. USDA Forest Service, **General Technical Report PSW**, v. 110, p. 533-536, 1989.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Fourth assessment report “climate change 2007”**: sumário para formadores de políticas. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: maio 2007.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Good practice guidance for land use, land-use change and forestry** – GPGU-LUCF, cap. 03, 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm>>. Acesso em: mar. 2007.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Guidelines**, v. 4. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: jun. 2007.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Panel on climate change**: good practice guidance for land use, land-use change and forestry. GPGU-LUCF. IPCC, cap. 3, 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm>>. Acesso em: mar. 2007.

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Third assessment report 2001**: sumário para formadores de políticas. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: dez. 2006.

JENKINS, A., PETERS, N. E.; RODHE, A. Hidrology. In: **Biogeochemistry of small catchments**: a tool for environmental research. New York: John-Wiley, 1994. p. 51-54.

KARR, J. R.; SCHLOSSER, I. J. Water resources ant the land-water interface. **Science**, v. 201, p. 229-234, 1978.

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. **Pluvial processes in geomorphology**. San Francisco: W. H. Freeman, 1964. 522 p.

LIKENS, G. E. The ecosystem approach: its use and abuse. In: KLINE, Otto. (Ed.). **Excellence in ecology 3**. Germany: Ecology Institute, 1992. 166 p.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. L. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, Fapesp, 2004.

LOPES, I. V. **O mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL**: guia de orientação. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002.

MAGETTE, W. L. et al. Nutrient and sediment removal by vegetated filter strips. **Transactionsofthe ASAE**, v. 32, n. 2, p. 663-667, 1989.

MARINHO FILHO, J.; GASTAL M. L. Mamíferos das matas ciliares dos cerrados. In: RODRIGUES R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. L. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, Fapesp, 2004.

MARINHO FILHO, J.; REGIS, M. L. A fauna de mamíferos associada às matas de galeria. In: BARBOSA, L. M. (Ed.). **Simpósio sobre mata ciliar: anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 43-60.

MARTINS S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Belo Horizonte: Aprenda Fácil, 2001. 143 p.

MARTINS, A. K. E. et al. Metodologia para indicação de corredores ecológicos por meio de um sistema de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - INPE, 9., 1998. Santos. **Anais...** Santos: [s.n], 1998. p. 611-620.

MEGURO, M. et al. Caracterização florística e estrutural de matas ripárias e capões de altitude da Serra do Cipó, Minas Gerais. **Bol. Botânica da USP**, v.15, p. 13-29, 1996.

MELO, A. C. G. **Reflorestamentos de restauração de matas ciliares: análise estrutural e método de monitoramento do médio vale do Paranapanema (SP)**. 2004. f.15 Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MORING, J. R.; GARMAN, G. C.; MULLEN, D. M. The value of riparian zones for protecting aquatic systems: general concerns and recent studies in maine. Riparian ecosystem and their management. USDA Forest Service, **Gen. Tech. Report RM**, v. 120, p. 315-319. 1985.

MOTTA, R. S. et al. **O mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento de desenvolvimento sustentável no Brasil**. IPEA, 2000. (Texto para discussão, n.761).

MUSCUTT, A. D.; GARMAN, G. C.; MULLEN, D. M. The value of riparian zones to improve water quality: a review of their potential use in UK agriculture. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v.45, p. 59-77, 1993.

NAIMAN, R. J. et al. Fundamental elements of ecologically healthy watersheds in the pacific northwest coastal ecoregion. In: NAIMAN, R. J. (Ed.). **Watershed management: balancing sustainability and enviromental change**. New York: Springer-Verlag, 1992. p. 127-188.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA – NAE (A). Mudança do clima. **Cadernos NAE**, v. 1, n. 3. Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2005. p. 21-145.

NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA – NAE (B). Mudança do clima. **Cadernos NAE**, v. 2, n. 4. Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2005. 500 p.

NUNES, G. M. et al. Sistemas de informações geográficas aplicados na implantação de corredores ecológicos na sub-bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim (RS). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – INPE, 12., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: [s.n.], 2005. p. 183-189.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; RATTER, J. A.; SHEPHERD, G. J. Floristic composition and community structure of a central Brazilian gallery forest. **Flora**, v. 184, p. 103-117, 1990.

PAIVA, K. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 2000. 69 p. (Cadernos didáticos, 72).

PETERJOHN, W. T.; CORREL, D. L. Nutrient dynamics in an agricultural watershed: observations on the role of a riparian forest. **Ecology**, v. 65, n. 5, p. 1466-1475, 1984.

PINA-RODRIGUES, F. C. M.; REIS, L. L.; MARQUES, S. S. Sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas desagregadas da Mata Atlântica: bases ecológicas e comparações de custo/benefício com o sistema tradicional. **Floresta e Ambiente**, v. 4, p. 30-41, 1997.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. p. 535-551.

POINT CARBON. Viewpoint: secondary CER market as liquid as ice. **CDM & JI Monitor**, 8 p. 2007.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556 p.

RODRIGUES R. R.; GANDOLF, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. L. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, Fapesp, 2004.

RODRIGUES R. R.; NAVE, A. N. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. L. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, Fapesp, 2004.

RODRIGUES, R. R. Análise estrutural das formações florestais ripárias. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1989. p. 99-119.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de reflorestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 2, n. 1, p. 4-15, 1996.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELO J. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 203-215.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. L.; CRESTANA, H. S. M. Revegetação do entorno da represa de abastecimento de água do município de Itacemápolis, SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba:UFPR, 1992. p. 407-416.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e uso**. São Paulo: EDUSP, 2004. 320 p.

SCHLOSSER, I. J.; KARR, J. R. Water quality in agricultural watersheds: impacts of riparian vegetation during base flow. **Water Resources Bulletin**, v. 17, n. 2, p. 233-240, 1981.

SCHRÖDER H. **Negotiating the Kyoto Protocol: an analysis of negotiation dynamics in international negotiations**. LIT Verlag: Muenster, 2001, p. 63.

SILVA JÚNIOR, M. C.; NOGUEIRA, P. E.; FELFILI, J. M. Flora lenhosa das matas de galeria do Brasil central. **Bol. Herb. Ezechias Paulo Heringer**, v. 5, p. 57-76, 1998.

SILVA, P. H. M. da. A importância da adubação no plantio florestal. **IPEF**, 2005. Disponível em: <http://www.ipef.br/silvicultura/importancia_adubacao.asp>. Acesso em: jun. 2007.

STOWELL D. **Climate trading**: development of greenhouse gas markets. Palgrave: Macmillan, 2005. 246 p.

THE WORLD BANK. **State and trends of the carbon market 2007**. Washington D.C.: World Bank Institute – IETA, 2007. p. 15-40.

TRIQUET, A. M.; MCPEEK, G. A.; MCCOMB, W. C. Songbird diversity in clearcuts with and without a riparian buffer strip. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.45, n. 4, p. 500-503, 1990.

UNFCCC/CCNUCC. Approved afforestation and reforestation baseline and monitoring methodology AR-AM0007: afforestation and reforestation of land currently under agricultural or pastoral use. **CDM Executive Board**, 2007. 103 p. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies>>.

VARIAN H. V. **Microeconomia**: uma abordagem moderna. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

VENTURA V. J. **Legislação federal sobre meio ambiente**. 2. ed. Taubaté: Vana, 1996.

Apêndice

A1 – Aspectos Relevantes Sobre as Matas Ciliares

A1.1 – Aspectos Hidrológicos de Matas Ciliares

A1.1.1 – Geração de Escoamento Direto em Bacias

Entende-se como escoamento direto o volume de água que causa o aumento rápido da vazão de microbacias durante e logo após a ocorrência de chuva na região (LIMA; ZAKIA, 2004). E segundo Horton (1940) apud Lima e Zakia (2004), em seus trabalhos datados a partir de 1933, o escoamento direto seria praticamente composto pelo escoamento superficial que ocorre basicamente toda vez que a intensidade das precipitações excedam a capacidade de infiltração do solo. Afirma também que toda a água infiltrada no solo alimentaria o lençol freático para, posteriormente, escoar deixando a microbacia.

Porém, estudos mais recentes comprovaram que este fenômeno de escoamento superficial direto (“Hortoniano”) não se aplicaria a toda a área da microbacia, a não ser em regiões muito áridas em que o solo fosse muito raso e desprovido de vegetação. No caso de bacias localizadas em regiões úmidas, o processo de escoamento direto apresentou-se um pouco diferente, como demonstrou Beston (1964) apud Lima e Zakia (2004), quando afirma que apenas parte da microbacia contribui, efetivamente, para o escoamento direto da chuva.

Assim, a partir dos anos 60, estudos de microbacias experimentais de regiões montanhosas permitiram o estabelecimento das “Áreas Variáveis de Influência” (AVAs), mostrando que, bacias providas de boa cobertura vegetal, apresentam deflúvios que não são produzidos em toda a sua superfície e que, além disso, existe uma pequena fração dessa área, que é variável, responsável por esse deflúvio e sujeita a contrações e expansões. Entende-se que a área de contribuição para o escoamento superficial direto resume-se àquelas que margeiam a rede de drenagem, e só passam para áreas que anteriormente estariam permitindo a infiltração da água após o prolongamento das chuvas.

Portanto, nas microbacias de clima mais úmido (principalmente aquelas com cobertura florestal), o escoamento superficial (“Hortoniano”) raramente ocorre, ficando restrito à AVA, que se encontra, normalmente, sempre em condições de saturação. O restante, como já afirmado, infiltra-se e alimenta o escoamento subsuperficial.

Porém, algumas áreas parciais podem gerar escoamento superficial mesmo nos casos em que a intensidade das chuvas é inferior à capacidade de infiltração média do solo para a microbacia como um todo. Estas seriam:

- As zonas saturadas que margeiam os cursos d'água (ciliares) e suas cabeceiras, as quais podem ser expandidas quando ocorrem chuvas mais duradouras. Ou seja, são as zonas ripárias, ou áreas ciliares;
- As partes côncavas do terreno, para as quais convergem as linhas de fluxo, como, por exemplo, aquelas concavidades geralmente existentes nas cabeceiras que também fazem parte das zonas ripárias;
- E finalmente, as áreas de solo raso, com baixa capacidade de infiltração.

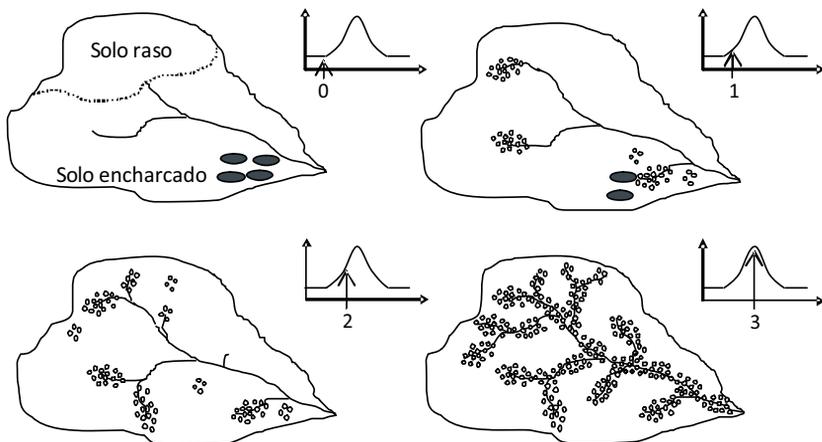


Figura AP01 – Evolução do Processo de Escoamento Direto, através das Áreas Variáveis de Afluência, de uma Microbacia e seus Respectivos Hidrogramas

Fonte: Hewlett e Hibbert, 1967, apud Lima e Zakia, 2004.

A1.1.2 – Quantidade de Água

Segundo Elmore e Beschta (1987 apud LIMA; ZAKIA, 2004), tem sido demonstrado que a recuperação da vegetação ciliar contribui para o incremento da armazenagem de água em microbacias (ao longo da zona ripária), levando a um aumento de vazão na estação seca do ano.

Com isso, os autores induzem a uma reflexão: será que o inverso não seria verdadeiro? Ou seja, eles fazem uma reflexão de que a destruição da vegetação ciliar talvez possa levar à degradação da zona ripária, no médio e longo prazos e, assim, a diminuir a capacidade de armazenamento da microbacia e, conseqüentemente, a vazão na estação seca.

A1.1.3 – A Qualidade da Água e a Ciclagem dos Nutrientes

A zona ripária (área ciliar) isola estrategicamente o curso d'água do contato com as regiões mais elevadas da microbacia, servindo, assim, como um eficaz filtro de sedimentos que poderiam dirigir-se para aquele. Esta função das vegetações ciliares já foi constatada por diversos autores, como Aubertin e Patric (1974); Karr e Schlosser (1978); Schollosser e Karr (1981); Baker (1984); Moring et al. (1985); Borg et al. (1988); Adams et al. (1988); Ice et al. (1988); Ice et al. (1989) e Magette et al. (1989 apud LIMA; ZAKIA, 2004), uma vez que essa função de manutenção da qualidade da água é vista como um efeito direto da existência dessas matas, o que também pode conferir uma significativa estabilidade em termos do processo de ciclagem geoquímica de nutrientes pela microbacia.

Além disso, Barton e Davies (1993 apud LIMA; ZAKIA, 2004), afirmam que uma zona ripária protegida com a vegetação em bom estado de conservação pode diminuir significativamente a concentração de herbicidas nos cursos d'água, naquelas bacias em que existem plantações onde são utilizados estes produtos.

Isso ocorre porque a maior parte dos nutrientes liberados dos ecossistemas terrestres chega aos cursos d'água através do seu transporte em solução no escoamento superficial. Assim, ao atravessar a zona ripária, estes nutrientes e outras partículas podem ser eficazmente retidos pelo sistema radicular da vegetação ciliar (como demonstrado nos trabalhos de (PETERJOHN; CORRELL, 1984); FAIL et al. (1987); DILLAHA et al. (1989); (MAGETTE et al., 1989); (MUSCUTT et al., 1993, apud LIMA; ZAKIA, 2004). Porém, apesar de existirem estudos que buscam verificar a largura mínima necessária para que a zona ripária desempenhe este papel, não existe uma definição clara destes valores. Alguns destes trabalhos chegaram a uma estimativa de cerca de 30m, o que pode mudar em decorrência das inúmeras variáveis envolvidas.

A1.1.4 – Aspectos Hídricos e Topográficos das Áreas Ciliares

A Figura AP02 mostra as situações hídricas mais comuns para o solo nas proximidades de um rio, de acordo com sua topografia.

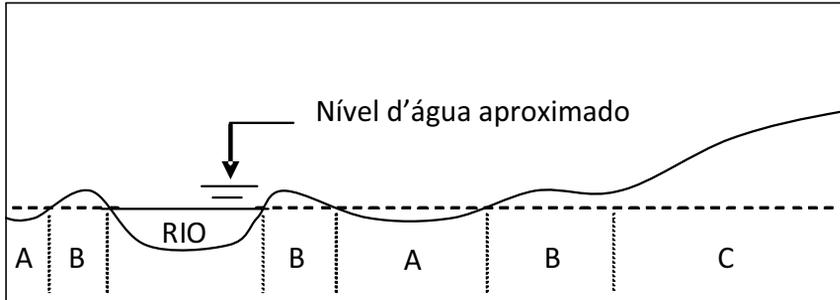


Figura AP02 – Caracterização Básica das Áreas às Margens dos Rios, conforme o Encharcamento do Solo

Fonte: Martins, 2001.

Essa figura demonstra a situação comumente observada, em que o rio (ou a lâmina d'água) é contido por uma área um pouco mais alta que seu nível, e que pode ser inundada nas épocas de cheia (área B). Normalmente, existem também áreas adjacentes que são inundadas permanentemente por conta do nível d'água próximo ao rio (área A) e, normalmente, mais distante da lâmina d'água, ficam as áreas que estão sempre drenadas e bem acima do nível da água (área C).

Como existem vegetações adaptáveis a cada situação de encharcamento do solo, à medida que se afasta do curso d'água e que o terreno passa a apresentar maior declividade e altitude, há uma menor influência do regime de inundação na definição da vegetação, ou seja, existe um gradiente vegetacional em resposta ao regime do lençol freático e das inundações do solo. Portanto, a topografia é também um fator determinante na influência da umidade do solo sob a vegetação.

Uma exceção ocorre na existência de barrancos na beira dos rios, o que torna o nível do lençol freático bem mais baixo que o nível topográfico do terreno. Ou seja, a variação do nível d'água durante as diferentes fases de cheia deve ter pouca ou até nenhuma influência sobre a mata ciliar. Nestes casos, a vegetação assume uma composição florística bastante

parecida com aquela das áreas adjacentes à própria mata ciliar (RODRIGUES, 1989 apud MARTINS, 2001).

A1.2 – Mais Detalhes sobre a Interação Direta com o Ecossistema Aquático

A interação direta entre as matas ciliares e o ecossistema aquático revela fundamental importância para o equilíbrio deste.

Primeiramente, devido ao papel desempenhado pelas raízes na estabilização das margens; como também, as matas (vegetação) ciliares abastecem o canal com material orgânico, constantemente, com folhas, frutos, galhos e até troncos. E quando este material orgânico é retido no sistema, passa a cumprir uma função importante como fonte nutricional para a biota aquática, pois a rugosidade das margens do canal, proporcionada pelas matas ciliares, bem como pela queda dos detritos mais grosseiros (galhos e troncos), passa a obstruir o fluxo d'água nestas margens, favorecendo o processo de retenção através da criação de zonas de turbulência e de velocidade diminuída, o que favorece a deposição de partículas e sedimentos, criando micro-habitats favoráveis para alguns microorganismos aquáticos.

Um terceiro ponto que beneficia a biota aquática é o favorecimento do equilíbrio térmico, que influencia positivamente a produção primária do ecossistema (GREGORY et al., 1992; BESCHTA, 1991 apud LIMA; ZAKIA, 2004).

Outra função levantada pelos autores é a da proteção das margens quanto às erosões e ao posterior assoreamento dos leitos, o que resultaria na perda de habitats aquáticos, já que o rio (canal) tornar-se-ia cada vez mais raso, estreito e canalizado. Assim, as espécies do ecossistema aquático não encontrariam mais as condições adequadas de alimentação e reprodução, contribuindo para o declínio da biodiversidade do sistema (BERKMAN; RABENI, 1987 apud BARELLA et al., 2004). O mesmo assoreamento ainda provoca o rebaixamento do lençol freático e a diminuição da quantidade de água que brota em seus mananciais.

A1.3 – Mais Funções Exercidas sobre o Ecossistema Terrestre

Marinho-Filho e Gastal (2004) mostram que as matas ciliares podem ser formações importantes também na manutenção da riqueza e diversi-

dade das comunidades de aves que habitam regiões com perfis variados de vegetação.

Além disso, ao se considerarem as matas ciliares como importantes corredores ecológicos, definidos segundo (MARTINS et al., 1998; NUNES et al., 2005) como uma faixa de um tipo particular de cobertura do solo que difere das áreas adjacentes em ambos os lados, pode-se observar que elas exercem cinco funções principais em paisagens, influenciando direta ou indiretamente o ecossistema terrestre. Tais como:

- Hábitat para algumas espécies;
- Uma via para movimentação de animais e deslocamento de espécies vegetais;
- Servindo como filtro ou barreira e inibindo o cruzamento entre unidades adjacentes;
- Servindo como fonte de efeitos ambientais e bióticos;
- E funcionando como reservatório de objetos provenientes da matriz ou unidades adjacentes;

Alguns benefícios da presença de corredores em paisagens são apontados por Forman (1995 apud NUNES et al., 2005), como a proteção à biodiversidade, rotas de dispersão para a recolonização de áreas degradadas, além de outros benefícios sociais e econômicos. Também deve ser considerada a influência sobre as populações residentes nos corredores, permitindo a dispersão de animais entre os fragmentos e o fluxo gênico, pois os corredores podem facilitar a continuidade entre populações anteriormente isoladas, uma vez que fragmentos florestais isolados não são capazes de manter populações viáveis de pequenos mamíferos (BENNETT, 1990 apud NUNES et al., 2005).

A1.4 – Heterogeneidade Florística das Matas Ciliares

Segundo Oliveira Filho et al. (1990), Felfili e Silva Júnior (1992), Felfili et al. (1994), Durigan e Leitão Filho (1995), Meguro et al. (1996), Silva Júnior et al. (1998 apud RODRIGUES; NAVE, 2004), as comparações florísticas entre os remanescentes florestais ciliares têm mostrado que estes segmentos têm pouca similaridade, mesmo em regiões muito próximas. Isso

se deve, entre outros, ao tamanho da área ciliar florestada, ao estado de conservação ou degradação destes remanescentes, ao tipo vegetacional de origem dessa formação ciliar, à matriz vegetacional onde esta mata ciliar está inserida, a algumas variáveis aleatórias ocorridas durante o processo de disseminação dessas formações e, principalmente, à heterogeneidade vegetacional proveniente da heterogeneidade física do ambiente ciliar.

Já no contexto da paisagem regional, as formações ciliares são influenciadas por condições muito específicas do ambiente que são responsáveis por diferenciá-las das formações não-ciliares, o que pode modificar parâmetros quantitativos das vegetações, bem como a sua própria fisionomia (RIBEIRO; WALTER, 1998 apud RODRIGUES; NAVE, 2004).

Vale lembrar também que a influência do nível do lençol freático pode determinar ou interagir sobre condições como a composição química e física do solo, a profundidade, a ciclagem dos nutrientes etc.

Tudo isso favorece a elevada diversidade, a forma de propagação da vegetação pouco definida, a pronunciada seletividade de espécies aos micro-habitats, entre outros. E assim, definem as formações ciliares como elementos fundamentais da história evolutiva das paisagens.

A2 – Atividades Recomendadas para Recuperação de Formações Ciliares

As dez atividades recomendadas para a recuperação de formações ciliares, já citadas no Capítulo 4, são expostas com mais detalhes a seguir:

1. Isolamento da área:

É uma prática simples e consiste apenas do isolamento da área degradada, o que evita a continuação do processo degradatório. Deve ser utilizado nos casos em que a resiliência da área foi mantida, dadas as características do dano ambiental, preservando os processos naturais da comunidade, com a regeneração das espécies, as interações bióticas etc. Porém, na maioria das vezes, quando a degradação resulta em uma baixa resiliência, será necessária uma série de medidas complementares.

2. Retirada dos fatores de degradação:

Antes da execução de qualquer atividade de recuperação e manejo das matas ciliares, devem ser identificadas e anuladas as causas da degra-

dação destas áreas (ex.: fogo, extração de madeira e/ou areia etc.), para que o projeto tenha o sucesso esperado.

3. Eliminação seletiva ou desbaste de espécies competidoras:

Normalmente, são encontrados remanescentes de matas ciliares em estágios diferentes de degradação e, assim, em algumas áreas e nas bordas destes remanescentes, favorece-se a competição de espécies invasoras, o que compromete os aspectos sucessionais da mata. Nos casos em que estas são nativas, como, por exemplo, os bambus e lianas, as suas populações devem apenas ser controladas. Porém, no caso de espécies exóticas à área, como, por exemplo, as espécies gramíneas de pasto, devem ser realmente erradicadas.

4. Adensamentos de espécies com o uso de sementes ou mudas:

Consiste na implementação de mudas ou na semeadura direta num trecho de floresta degradado, ou no interior de uma capoeira, visando aumentar as populações de algumas espécies de alta densidade nas formações ciliares (as quais poderiam estar passando por um processo de isolamento reprodutivo).

5. Enriquecimento de espécies com o uso de sementes ou mudas:

É um processo semelhante ao anterior, porém utilizado para a reintrodução de uma espécie já extinta em um determinado trecho.

6. Implantação de consórcio de espécies com o uso de sementes ou mudas:

É utilizado nos casos em que não existe um remanescente de mata ciliar, ou onde se deseja “florestar” uma mata ciliar (o caso de reservatórios artificiais, por exemplo). É realizado um consórcio de diferentes espécies arbóreas (de preferência nativas da região), que são introduzidas na área através de linhas alternadas de plantio (comumente) ou de bloco de combinação de espécies. A combinação dessas espécies deve considerar diferentes aspectos, como o adaptativo (segundo as características do solo, da faixa de inundação...), o aspecto sucessional e o aspecto da diversidade. O plantio em módulos disjuntos ou contínuos permite que os parâmetros populacionais destas espécies, nas formações naturais, possam ser reproduzidos (densidade, distribuição espacial, adaptabilidade a

microsítios etc.). Já quando esse plantio é feito em linha, fica mais complexa a reprodução (devido à indisponibilidade de dados da biologia da maioria das espécies nativas), porém apresenta uma grande facilidade de implementação no campo.

7. Indução e condução de bancos de sementes da área:

Para os casos em que são abertas clareiras dentro da floresta, uma das perspectivas mais promissoras (do ponto de vista ambiental) é a indução e condução dos bancos de sementes (propágulos presentes na área) e/ou oriundos das áreas do entorno (chuva de sementes). Se este banco for constatado por análise laboratorial, a restauração poderá restringir-se a ações de indução da germinação.

8. Transferência ou transplante de bancos de sementes de outras áreas:

Mais indicado nos casos em que remanescentes de matas nativas estão sendo destruídos por motivos diversos, como: a implantação de novas áreas de mineração, novas estradas, ou criação de represas. Nestas situações específicas é possível aproveitar a camada superficial do solo do remanescente (mais ou menos 20cm) antes da sua eliminação, e que deve ser espalhada em áreas próximas, anteriormente degradadas, numa camada de aproximadamente 5cm. Este material deverá ser recolhido, de preferência, nas bordas do remanescente, onde são esperadas proporções maiores de espécies pioneiras no banco de sementes do solo (devido à maior iluminação).

9. Implantação de espécies pioneiras atrativas da fauna:

Estas espécies se destacam por facilitarem a sucessão, uma vez que possuem grande interação com os elementos da fauna local que visitam as copas buscando abrigo e alimentação, atuando, assim, como polinizadores e/ou dispersores naturais (GALETTI; STOZT, 1996 apud RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2004). Além disso, estes animais poderão trazer consigo uma diversidade de propágulos que tenderão a se instalar na área.

10. Enriquecimento com espécies de interesse econômico:

Em alguns casos, principalmente em pequenas propriedades rurais, onde os colonos precisem desta área a ser recuperada como fonte de

renda, algumas adequações econômicas podem ser feitas, porém, dentro de um adequado planejamento de recuperação, para que a exploração econômica destas áreas ciliares cause o menor impacto possível. Podem ser utilizadas espécies exóticas como pioneiras (que manejadas adequadamente não comprometam a dinâmica sucessional) ou o adensamento de espécies passivas de exploração controlada (nativas ou exóticas), nas várias fases da recuperação, como frutíferas perenes, medicinais, resiníferas, entre outras. Porém, a definição destas ações deve levar em conta a resiliência da própria área a ser recuperada (formações vegetais existentes, perturbações históricas, tipo de cobertura e manejo atual etc.) e o contexto regional sob o qual a área recuperada está inserida, que interfere diretamente nas interações bióticas, sob a possibilidade de recebimento de propágulos (sementes, por exemplo) externos e outras interações que possam advir das áreas de entorno.

A2.1 – Regeneração Natural

Como mostra Martins (2001), através da regeneração natural, as florestas são capazes de se recuperar de influências naturais ou antrópicas. Assim, quando existe uma queimada, ou uma abertura de clareira, por exemplo, a floresta ciliar, através da sucessão secundária, encarrega-se de promover a colonização da área aberta e, assim, através de uma série de estágios sucessionais, passa a promover a “colonização” dessa área que sofreu o distúrbio. Estes estágios são caracterizados por grupos de plantas que se vão substituindo ao longo do tempo, modificando as condições ecológicas locais até se desenvolver uma comunidade bem estruturada e mais estável.

As áreas degradadas apresentam dinâmicas sucessionais distintas, que dependem de uma série de fatores como: a presença de vegetação remanescente, o banco de sementes no solo, a rebrota de espécies arbustivo-arbóreas, a proximidade de fontes de sementes, bem como a intensidade e a duração do distúrbio. Em áreas onde a degradação do solo não foi muito intensa, ainda deve existir um bom banco de sementes, ou nos casos em que existe um banco de sementes próximo, a regeneração natural pode ser suficiente para a restauração florestal.

Vale lembrar que é indispensável, em alguns casos, o controle das populações invasoras, como algumas gramíneas exóticas e trepadeiras, para que elas não inibam a regeneração natural das espécies arbóreas.

Esta tende a ser a forma de restauração de matas ciliares de mais baixo custo; entretanto, é normalmente um processo bastante lento e não se aplica aos casos em que se deseja a formação de uma floresta ciliar que vise à proteção (mais eminente) do solo e do curso d'água, onde outras técnicas devem ser adotadas.

A2.2 – Seleção de Espécies

Como já afirmado por outros autores, Martins (2001) reforça a grande heterogeneidade florística das matas ciliares e atribui isso, entre outras coisas, ao fato de estas matas ocuparem diferentes ambientes ao longo das margens dos rios, pois a grande variação de fatores ecológicos nas margens dos rios e cursos d'água, normalmente, resulta em uma vegetação arbustivo-arbórea adaptada a tais variações.

Para a seleção das espécies a serem utilizadas numa recuperação da vegetação ciliar, ou até mesmo de um “florestamento” nas margens de rios e reservatórios, são recomendados alguns critérios básicos na seleção das espécies mais adequadas:

- Que sejam plantadas espécies nativas com ocorrência em matas ciliares da região;
- Que se procure gerar o mais alto nível de diversidade possível através do plantio de um maior número de espécies;
- Deve-se procurar combinar espécies pioneiras de rápido crescimento com espécies não-pioneiras (secundárias tardias e climáticas), devido às características já mostradas no Quadro 3;
- Deve-se procurar plantar espécies mais atrativas à fauna, devido às questões ambientais, inclusive relacionadas a um ciclo sucessional mais próximo do natural;
- É muito importante, também, procurar utilizar aquelas espécies que mais se adaptem às condições de umidade do solo.

Sobre este último item, vale ressaltar que, sobre as áreas permanentemente alagadas (área tipo A), devem ser plantadas espécies típicas de brejo; já nas áreas de diques (área tipo B), são indicadas as espécies com capacidade de se adaptarem bem a inundações temporárias e, finalmen-

te, para as áreas sempre drenadas (tipo C), como as mais altas e as marginais ao curso d'água, são recomendadas pelo autor as espécies que se adaptam a este tipo de situação do solo.

Quanto à escolha por espécies nativas regionais, a importância de utilizá-las se deve à sua pré-adaptação às condições ecológicas e climáticas locais, aumentando significativamente as chances de uma boa sucessionalidade, além do bom desenvolvimento da fauna local, que entra nesse ciclo funcionando como um dispersor de sementes e contribuindo com a própria regeneração natural. Assim, a própria função ecológica da floresta deve ser garantida, inclusive na alimentação dos peixes, e outros fatores descritos nas seções anteriores.

Outro ponto importantíssimo é relacionado a uma maior diversidade florística, visto que as chances de se imitar uma floresta ciliar nativa aumentam, apresentando maior capacidade de recuperação de possíveis distúrbios, melhor ciclagem de nutrientes, maior atratividade à fauna, maior proteção ao solo contra processos erosivos e maior resistência a pragas e doenças.

Por fim, a sucessão das espécies classificadas segundo os grupos descritos no Quadro 3 do Capítulo 4 é revelada como de suma importância para os projetos de recuperação, pois, devido ao processo de sucessão secundária, é que são formadas as florestas duradouras, onde grupos de espécies adaptadas a condições de maior luminosidade colonizam as áreas abertas, crescendo rapidamente (espécies pioneiras), fornecendo sombra e as condições ideais para o surgimento das espécies que estabilizarão a floresta e que possuem uma vida mais prolongada (secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas ou clímax).

A2.3 – Coleta de Sementes

Por uma questão de adaptação ecológica local, quando necessário, as sementes a serem utilizadas devem ser retiradas, preferencialmente, de árvores localizadas em remanescentes ciliares próximos à área de plantio. Isso é preferível porque estas árvores apresentam boa adaptação às condições locais e devem passar isso geneticamente para as sementes, uma vez que existem espécies que podem ser encontradas em uma extensa área, que, muitas vezes, percorre muitos estados e regiões com clima e temperatura diferentes. Então, é realmente preferível que as sementes sejam

oriundas de exemplares locais, sujeitos a condições ambientais semelhantes às da área de plantio.

Contudo, nos casos em que não existam remanescentes florestais nas proximidades, deve-se recorrer à utilização de sementes oriundas de regiões com condições ecológicas semelhantes. Os principais fatores ambientais a serem considerados na introdução de sementes em uma determinada área são o clima, o solo, o tipo de vegetação e a altitude.

Ainda segundo Martins (2001), o número de árvores a serem utilizadas como matrizes também é importante, pois a coleta de sementes e poucas árvores matrizes tende a restringir a diversidade genética, podendo, no futuro, resultar em problemas de sustentabilidade da floresta. Desta forma, o autor aconselha a utilização de, no mínimo, 12 a 15 árvores por espécie.

A coleta deve ser feita quando os frutos apresentarem sinais de maturação, como mudança de coloração, início da queda, visitação por dispersores, entre outros. Já para as espécies que possuem a dispersão realizada pelo próprio vento (anemocoria), a coleta deve ser feita antes da abertura dos frutos, para evitar a perda das sementes.

Em seguida, devem ser retiradas as impurezas das sementes, tais como, asas, polpa, sementes quebradas e/ou brocadas etc.

Quando não for necessário o armazenamento (onde devem ser levados em consideração fatores como a umidade, a temperatura, e o tipo de embalagem e armazenamento), segue-se com a semeadura, ou seja, com a produção das mudas.

A.2.4 – Produção das Mudas

Segundo o mesmo autor, a produção de mudas pode ser feita a partir de sementes ou da reprodução assexuada, e as principais etapas para a obtenção de mudas com fins de recuperação (ou florestamento) de matas ciliares são:

I – A Escolha do Recipiente:

Podem ser sacos plásticos, que são os recipientes mais usados para produção de mudas de espécies nativas. As dimensões do saco variam em função do tamanho da semente e principalmente do tamanho da

muda que se deseja levar para o campo. As pioneiras possuem semente pequena, mas um crescimento muito acelerado das mudas; já as espécies climáticas possuem sementes grandes e crescimento lento e, no caso de replantio ou plantio de enriquecimento, onde as mudas são ainda maiores, é necessário sacos com maiores dimensões que os anteriores.

Os sacos plásticos são baratos, apresentam grande disponibilidade no mercado e são ideais para a produção de mudas maiores, porém ocupam grandes espaços nos viveiros e causam o envelhecimento das raízes das mudas que permanecem na embalagem até serem levadas ao campo.

Já os tubetes são recipientes em formato de cone com tamanhos variados e confeccionados com plástico rígido. Possuem vantagens pela maior facilidade no manuseio, menor ocupação de espaço no viveiro e maior facilidade de transporte e reaproveitamento, reduzindo os custos de produção das mudas (podendo ficar mais caros nos casos em que sejam necessárias muitas mudas ao mesmo tempo, e que não sejam possíveis muitos reaproveitamentos dos tubetes). Além disso, podem possibilitar a menor incidência de doenças e pragas, quando bem manejados (PAIVA; GOMES, 2000 apud MARTINS, 2001). Este tipo de recipiente tem sido utilizado com mais frequência na produção de pequenas mudas, como as de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., mas vêm sendo utilizados também na produção de espécies nativas.

II – Preenchimento dos Recipientes:

É muito importante que se atente ao uso do substrato mais adequado para as mudas, uma vez que ele deve sustentá-las nos recipientes e fornecer os nutrientes necessários para seu desenvolvimento até a fase de campo.

Muitos são os substratos utilizados, porém, destacam-se: o composto orgânico, a vermiculita, o esterco bovino, a moinha de carvão, a serragem, o bagaço de cana, as acículas de *Pinus* spp., a turfa, o húmus de minhoca e a terra de subsolo (PAIVA; GOMES, 2000, apud MARTINS, 2001). É comum a utilização da mistura dos substratos, principalmente quando a terra do subsolo utilizada é muito pobre em nutrientes.

Quando são utilizados os tubetes, é mais recomendado o uso de substratos leves, que apresentem boa drenagem e boa retenção de nutrientes, ou seja, palha de arroz carbonizada, acícula de *Pinus* picada (para mistura com outros substratos), turfa, terra arenosa, palha de café, entre outros.

III – Produção de Mudanças Através de Sementes:

Este método de produção de mudas é dividido em semeadura direta e semeadura indireta:

- Na técnica direta, as sementes germinam diretamente nos recipientes, e é um método largamente utilizado nos viveiros florestais, por não ser necessário transplantar as mudas para a embalagem definitiva, evitando danos às raízes e reduzindo o custo de produção das mudas. Evita também altas taxas de mortalidade de espécies intolerantes ao transplante. Normalmente, são utilizadas, no mínimo, duas sementes por embalagem, para obter maior êxito na germinação, mas deve ser feito o desbaste de uma delas sempre que necessário;
- Já a técnica indireta é aquela onde as sementes são semeadas em canteiros denominados sementeiras. Posteriormente, as pequenas mudas são transplantadas para o recipiente definitivo, e é utilizado principalmente no caso de espécies nativas com sementes grandes.

IV – Produção de Mudanças Através de Estacas:

O enraizamento de estacas é uma técnica amplamente utilizada para espécies utilizadas em reflorestamentos homogêneos, como no caso do *Eucalyptos* spp. Por ser uma reprodução assexuada, é capaz de transmitir às mudas as mesmas características favoráveis da matriz, o que se revela como uma vantagem. Por outro lado, gera uma base genética bastante restrita nos reflorestamentos, em especial quando poucos clones são utilizados.

Assim, no caso do reflorestamento de matas ciliares, esta técnica pode diminuir o êxito de restaurar a função da floresta. Além disso, a sustentabilidade pode ser comprometida pela baixa diversidade genética.

V – O Processo de Rustificação das Mudanças:

É o processo pelo qual as mudas se tornam mais resistentes às intempéries do local de plantio. Dentre as várias técnicas, a movimentação das mudas no viveiro e a redução gradativa da irrigação no período que antecede o plantio são os mais utilizados por serem os mais baratos (PAIVA; GOMES, 2000 apud MARTINS, 2001). Outra recomendação para acelerar a rustificação é cortar todas as adubações nitrogenadas das mudas.

VI – O Sombreamento das Mudanças:

Segundo Martins (2001), na maioria dos viveiros, tem-se optado pela produção das mudas em pleno sol, reduzindo bastante a utilização do sombreamento, pois as mudas produzidas com a utilização do sombreamento têm apresentado menor crescimento inicial que as demais.

Assim, esta técnica é recomendada apenas para mudas de secundárias tardias e climáticas, que serão destinadas ao plantio de enriquecimento em florestas secundárias, pois, como elas serão plantadas em ambiente de sombra, tais condições deverão ser fornecidas também nos viveiros.

O sombreamento das mudas é realizado instalando-se coberturas de tela sombrite (a depender da graduação de sombra desejada) ou, então, mantendo as mudas em casas de sombra ou de aclimatação. No caso de viveiros temporários, podem ser utilizadas também coberturas em palha de palmeira ou coqueiro.

A3 – Outros Modelos de Plantio de Matas Ciliares

De forma mais específica, além dos modelos sucessionais, existem outros que podem ser relacionados como se segue.

A3.1 – Modelo Homogêneo

O modelo de reflorestamento homogêneo trata do plantio puro de uma espécie para o combate à erosão eminente, onde são indicadas espécies nativas agressivas, preferencialmente leguminosas com capacidade de fixação de nitrogênio, como a bracatinga (*Mimosa Scabrella*). Vale lembrar que os espaços utilizados entre as mudas são muito variados.

A3.2 – Modelo de Ilhas Vegetais

O modelo de ilhas vegetais é interessante quando a área ciliar a ser reflorestada é extensa e os recursos financeiros são escassos. Porém, é também muito lento, visto que parte da proliferação da floresta deve-se dar a partir do carreamento natural das sementes das ilhas para as outras áreas. Entretanto, uma alternativa a essa técnica seria a plantação de pioneiras em todo o sítio e a implementação das ilhas com espécies mais atrativas para a vida animal, que se encarregarão de espalhar suas sementes. Para o plantio das ilhas, recomenda-se a utilização de espécies atrativas à fauna, que servirá como vetor de proliferação.

A3.3 – Modelo de Plantio ao Acaso

É um modelo de plantio misto de espécies sem uma ordem ou arranjo predeterminado para as diferentes espécies no plantio, e tem como principal pressuposto que os propágulos das diferentes espécies irão cair e germinar ao acaso.

Portanto, é um plantio que não dá importância às diferenças entre os grupos de espécies e suas respectivas características de sucessão, pois considera que todas elas são semelhantes quando em competição e que as diferenças, principalmente relacionadas à luminosidade, não existem. O plantio ao acaso pode, por exemplo, apresentar áreas muito sombreadas e outras em campo nu, o que deve atrapalhar o desenvolvimento das espécies secundárias, chegando a requerer o plantio em duas etapas, a primeira de pioneiras e a segunda de secundárias, elevando os custos.

Logo, a implicação mais importante do uso deste modelo seria a demora no crescimento médio das espécies quando não estão em condições adequadas de luz, o que toma mais tempo para o fechamento das copas da vegetação, retardando o período de cuidados com a limpeza da vegetação invasora. Em outras palavras, uso incorreto das pioneiras retarda a implantação da floresta, o que encarece a implantação e provoca uma maior mortalidade das espécies que necessitam de um sombreamento inicial no campo.

A4 – Disposição das Planilhas Eletrônicas do Modelo

Toda a entrada de valores e parâmetros, bem como os cálculos descritos na metodologia deste trabalho foram dispostos em algumas planilhas que compõem o modelo prático. A descrição destas planilhas e suas respectivas tabelas e/ou quadros é mostrada a seguir, no intuito de familiarizar os leitores com o conteúdo e a formatação daquelas.

A4.1 – Capas e Introdução

Trata-se apenas de planilhas que expõem título, cabeçalho, data, autoria e uma breve legenda dos campos (células) componentes das demais planilhas.

Vale citar as características gerais das células, como mostra a legenda expressa e uma das planilhas:

LEGENDAS PARA O PREENCHIMENTO DOS CAMPOS	
ABC	Células de interface das planilhas
ABC	Células ocupadas por cálculos automáticos das planilhas
ABC	Células de entrada, com valores à livre escolha do usuário
ABC	Células de entrada, com valores padrões da literatura, mas que podem ser substituídos por outros mais específicos

Figura AP03 – Legendas do Modelo

Fonte: Elaboração do Autor.

A4.2 – Entradas das Áreas

É onde são incluídos os valores e as características de cada subárea arrolada anteriormente através de levantamentos topográficos, mapas preexistentes, ou por geoprocessamento em fotos de satélite.

No primeiro quadro, devem ser descritas todas as áreas (polígonos) segundo seus usos e ocupações do solo, descrevendo-se as características unitárias a seguir:

Quadro de entrada das áreas									
Extrato	Áreas	Descrição das áreas (estratificação)				Áreas anteriores	Áreas recentes	Reflorestamento	Isolamento
		Situação anterior	Situação posterior	Quant.					
Soma:									

Figura AP04 – Entrada das Áreas a serem Reflorestadas

Fonte: Elaboração do Autor.

Onde:

Extrato: indicar o extrato ou a margem do curso d`água;

Áreas: indicação da área segundo o levantamento do local;

Situação anterior: determinação de características como o uso do solo anterior (primeira observação), a proximidade com resquícios de mata preexistente, o encharcamento do solo e a taxa de cobertura, caso esta unidade de área seja coberta por “Mata Atlântica de Encosta Des-caracterizada”;

Situação posterior: idem da anterior, porém para a segunda obser-vação (mais recente);

Quant.: entrada do valor de cada área em ha;

Áreas anteriores e recentes: trata-se de uma separação automática da planilha segundo os usos do solo e a observação;

Reflorestamento: entrada da largura do plantio (a depender da largura do curso d`água naquela seção) e do mês de plantio para cada unidade de área;

Isolamento: entrada quanto à implantação de cerca, aceiro e sua largura e zona-tampão, com sua largura, e o valor do custo de oportunidade por unidade de área.

Matriz de entrada das áreas por uso do solo anterior e recente, para cada estrato.							
Extrato x (margem direita / esquerda)		USO DO SOLO RECENTE					Soma
		1	2	3	4	5	
USO DO SOLO ANTERIOR		Cana	Pasto	Solo Exposto	Mata de encosta descartar.	Campo de várzea	
1	Cana						
2	Pasto						
3	Solo exposto						
4	Mata de encosta descartar.						
5	Campo de várzea						
Soma							
Ano da observação anterior:							
Ano da observação recente:							

Figura AP05 – Representação de Entrada das Áreas de Usos Anteriores e Recentes

Fonte: Elaboração do Autor.

Este quadro é a representação prática no modelo da matriz de entrada das áreas por uso do solo anterior e recente, para cada estrato (Quadro 8 mostrado anteriormente).

A4.3 – Entradas das Espécies Plantadas

As espécies são fundamentais para o modelo, pois estão relacionadas com os seis modelos de plantio utilizados (fora a regeneração natural) e podem modificar sensivelmente o custo de reflorestamento.

O quadro de entrada das espécies comporta os seguintes itens:

Onde:

Espécies e suas características: onde são incluídos o número de cada espécie, seu nome científico, o nome vulgar, o tipo sucessional (pioneiras ou não-pioneiras) e as indicações necessárias;

Proporção no plantio: para cada um dos seis modelos de plantio (heterogêneo A, B, C, e homogêneo A,B,C), são determinadas as proporções que cada espécie terá dentro de cada um deles. Lembrando que a soma das proporções deve ser igual a 1 e a porcentagem de espécies não-pioneiras deve ser de aproximadamente 60% nos plantios heterogêneos;

Custo por unidade média plantada: retorno automático do custo das mudas de cada espécie por unidade de área. A soma é o custo médio por unidade de área plantada com cada um dos 6 modelos de plantio.

Entrada das espécies utilizadas							
e e r t			o r m o t o		e o m	o r n e m t	
			Heterogêneo	Homogêneo		Heterogêneo	Homogêneo
		an					

Figura AP06 – Representação de Entrada das Espécies a serem Plantadas

Fonte: Elaboração do Autor.

A4.4 – Entradas Diversas

Esta planilha consiste em tabelas que recebem entradas referentes aos custos de implementação e manutenção do plantio, aos custos de implementação e manutenção do projeto de MDL, bem como taxa de câmbio, taxa de valoração e de deflação dos custos e receitas, o valor da RCE e muitos outros parâmetros técnicos necessários para a quantificação do carbono absorvido pelas espécies plantadas e das fugas (vazamentos) do projeto.

O primeiro quadro consta da entrada dos valores referentes a prováveis equipamentos adquiridos, de acordo com os itens do Quadro 4.

Logo depois, encontra-se o quadro de entrada das atividades relacionadas à implementação e à manutenção do reflorestamento, incluindo as células referentes às taxas de reajuste dos valores para o futuro e de retorno ao valor presente.

Onde:

Atividades: são descritas de forma mais completa no Quadro 5;

Ação: onde é definida a opção de “SIM” ou “NÃO” para execução das atividades de manutenção;

Espaçamento: é muito importante para definir-se o adensamento de plantio e adubação (de 1,0 a 3,0m na horizontal e na vertical);

Preço (R\$): onde são colocadas as entradas referentes aos preços unitários de cada atividade, respeitando-se suas unidades de medida;

Frequência: são as células onde o usuário define a frequência anual de realização das atividades de manutenção (de 1 a 30 vezes);

Prazo: refere-se à entrada do número de anos em que a atividade de manutenção dar-se-á (de 1 a 30 anos);

Taxas de ajuste: duas colunas onde devem ser dadas as entradas das taxas de reajuste médias (mensais para implementação e anuais para a manutenção), bem como as taxas médias para retornar o valor ao presente (idem);

Adubação (dados): Consiste de uma série de entradas relacionadas à quantidade aplicada de adubos orgânicos e químicos por unidade de área, à proporção de nitrogênio e ao incremento esperado no crescimento das espécies quando da aplicação do adubo.

Os demais quadros desta planilha referem-se às entradas relacionadas ao MDL e se dividem em três partes. No primeiro quadro, são preenchidos dados sobre a utilização de veículos automotores e de motores para irrigação.

Equipamentos diversos		
Equipamentos	Quantidade	Preço unitário (R\$)
Viveiros		
Construções diversas		
Ferramentas manuais		
Sistema de irrigação		
Outros equipamentos		

Figura AP07 – Representação de Entrada dos Equipamentos Comprados

Fonte: Elaboração do Autor.

Atividades relacionadas à implementação e manutenção do reflorestamento								
Fase	Atividade	Ação	Espaçamento	Preço (R\$)	Frequência	Prazo	Taxas de ajuste	Adução (dados)
Implementação	Plantio das espécies	-			-	-		-
	Proteção com cerca		-					
	Proteção com aceiro							
	Proteção com tampão							
Manutenção	Adução							
	Irrigação							
	Limpeza e manutenção		-					
	Combate a formigas							
Período do projeto de MDL:								

Figura AP08 – Representação de Entrada das Atividades de Reflorestamento

Fonte: Elaboração do Autor.

Veículos e Motores								
Região	Fase	Motores	Número de unidades	Quantidade por uso	Consumo	Frequência de uso por período	Prazo da medida	
Boundary (nos limites)	Implementação							
	Manutenção							
Leakage (fora dos limites)	Implementação							
	Manutenção							

Figura AP09 – Representação de Entradas Relacionadas às Fugas com Combustíveis Fósseis

Fonte: Elaboração do Autor.

Onde:

Região: delimita onde os motores estão sendo utilizados: dentro do terreno do projeto ou fora deste;

Motores: são os tipos de veículos e motores que o modelo admite por fase do reflorestamento. São eles: ônibus (diesel), caminhão (diesel), veículo pequeno a álcool, veículo pequeno a gasolina e motor a diesel para irrigação;

Número de unidades: é a entrada das unidades de cada motor ou veículo utilizado;

Quantidade por uso: representa o quanto será utilizado (em km ou h) cada tipo de motor ou veículo;

Consumo: é a eficiência de cada motor ou veículo (em km/l ou h/l);

Frequência de uso por período: Refere-se a quantas vezes cada unidade será utilizada dentro do período considerado (ou mês ou ano);

Prazo da medida: quanto tempo será utilizado cada motor ou veículo (em meses ou anos).

O segundo quadro referente ao MDL diz respeito somente à preparação do terreno, através da queima, para o reflorestamento.

Preparo do terreno		
Queima do uso do solo para preparo do terreno	Cana	NÃO
	Pasto	SIM
	Solo exposto	NÃO
	Mata encosta Descar.	NÃO
	Campo e várzea	NÃO

Figura AP10 – Representação de Entrada sobre o uso de Fogo no Preparo do Terreno

Fonte: Elaboração do Autor.

Logo abaixo, encontra-se um quadro onde é posta boa parte das entradas utilizadas para estimativa do estoque de carbono do projeto. São parâmetros, fatores, taxas e medidas fundamentais para esta quantificação, dos quais muitos se encontram no Quadro 11.

Parâmetros diversos para cálculo da variação no estoque de carbono				
Parâmetro	Detalhamento	Símbolo	Valor	Outros valores

Figura AP11 – Representação de Entrada de Parâmetros Importantes para a Estimativa das Variações no Estoque de Carbono

Fonte: Elaboração do Autor.

Onde:

Parâmetro: é a descrição dos itens comentados e listados no Quadro 11;

Detalhamento: divisão por uso do solo, modelo de plantio ou tipo de combustível, de acordo com a necessidade de cada parâmetro;

Símbolo: utilizado para deixar claro onde os parâmetros estarão sendo utilizados nas equações existentes no modelo e citadas na metodologia deste trabalho;

Valor: é onde são colocadas as entradas para os parâmetros;

Outros valores: são entradas adicionais necessárias, como no caso do incremento de biomassa seca para espécies com mais de 20 anos, a taxa de cobertura da mata de encosta descaracterizada e o período onde será considerada a mortalidade das espécies (normalmente os 30 anos do projeto de MDL).

O quadro de entradas referentes aos custos de transação é configurado da seguinte forma:

Custos de transação do projeto de MDL						
Fase	Etapa	Custo esperado		Tempo para realização da etapa	Frequência	Taxas de reajuste
		< 15.000 tCO ₂ e	> 15.000 tCO ₂ e			
Pré-implementação						
Implementação						

Figura AP12 – Representação de Entrada dos Custos de Transação do Projeto de MDL

Fonte: Elaboração do Autor.

Onde:

Etapa: refere-se às etapas de pré-implementação e implementação de um projeto de MDL;

Custo esperado: são as entradas para o custo esperado de cada etapa. Vale lembrar que o registro e as certificações possuem valores unitários diferentes para as tCO₂e abaixo e acima de 15.000;

Tempo para realização da etapa: consiste no prazo necessário para conclusão de cada etapa (em meses ou anos);

Frequência: frequência das atividades de cada etapa de implementação para cada ano;

Taxas de ajuste: duas colunas onde devem ser dadas as entradas das taxas de reajuste médias (mensais para implementação e anuais para a manutenção), bem como as taxas médias para retornar o valor ao presente (idem).

Por fim, o último quadro da planilha de entradas diversas é o das entradas referentes às vendas de RCes, onde são colocados os valores das RCes securitizadas e da taxa de câmbio desejada.

A4.5 – Entradas das Variáveis do Tipo Dummy

Planilha com a matriz representada pelo Quadro 6, onde é determinada a existência ou não das atividades de implementação e manutenção do reflorestamento.

A4.6 – Cálculos Relacionados às Áreas

É uma planilha de cálculo de apoio, onde não é realizada nenhuma entrada de valor. É nesta planilha que todas as subáreas (polígonos) levantados na região do reflorestamento serão relacionadas segundo suas características e atividades de reflorestamento.

Cálculos relacionados às áreas consideradas									
Áreas	Usos do solo	Modelos de plantio	Encharcamento do solo	Mês de plantio	Quantidade de áreas	Atividades de implementação	Atividades de manutenção	Isolamento	Custos de oportunidade
Somadas:									

Figura AP13 – Representação do Quadro onde se dão as Separações das Áreas a serem Replantadas Segundo suas Características, Atividades e Período de Plantio

Fonte: Elaboração do Autor.

Onde:

Áreas, usos do solo, modelos de plantio, encharcamento, mês de plantio, quantidade das áreas: são os mesmos valores das planilhas de entrada de anteriores;

Atividades de implementação e manutenção, isolamento, e custos de oportunidade: são colunas que separam as áreas por etapas e por modelo de plantio 1 ou 2, tipo A, B ou C e, ainda, pelo mês de implementação quando necessário (de 1 a 6), totalizando 95 colunas com o somatório das áreas com as características em comum.

A4.7 – Cálculo de Linha de Base

É uma planilha com 5 partes (quadros) que realizam o cálculo da linha de base do projeto de MDL segundo as matrizes mostradas no Quadro 10 e Equações 34 a 39.

A4.8 – Cálculo da Viabilidade

Trata-se de uma planilha muito extensa dividida em seis partes (quadros) principais. São os cálculos finais de receita e de custo.

Os custos são divididos, como mostra este trabalho, em custos com equipamentos, custos do reflorestamento e custos de transação.

Os custos de equipamento nada mais são que os valores das ferramentas e peças que foram dadas como entrada mais acima.

Os custos de reflorestamento são estimados cruzando-se os valores dados como entrada com as áreas específicas para cada tratamento utilizado. Assim, foi possível levantar os valores por etapa e implementação e manutenção, e ponderá-los de acordo com a soma das áreas que receberão estas atividades. As atividades de implementação do reflorestamento são distribuídas segundo o mês de execução de cada etapa para determinada soma de áreas, ou seja, do primeiro ao sexto mês. Para isso, os valores somados são levados ao futuro com a taxa de valoração anteriormente dada como entrada, e trazidas ao presente com a taxa de desconto também dada. De forma semelhante, os custos de manutenção são calculados, porém com taxas anuais e com períodos que podem ir de um a trinta anos.

Os custos de transação já dizem respeito ao projeto de MDL em si, e são estimados para cada etapa daquele. Lembrando-se que os valores são levados ao futuro e trazidos ao presente para cada período (de 1 a 12 meses, na fase de pré-implementação, e 1 a 30 anos, na fase de implementação), de acordo com os valores já dados na planilha de entradas diversas.

Já as receitas são estimadas para cada ano após o plantio das espécies. Também são respeitados os valores futuro e presente de acordo com as entradas realizadas. É importante salientar que um quadro extra é vinculado a este das receitas. Nele, todos os cálculos necessários para o levantamento das variações no estoque de tCO₂e são realizados, de acordo com as Equações 35 a 77.

Por fim, os valores líquidos dos custos do projeto de MDL versus sua receita são confrontados ano a ano (de 1 até o especificado, sendo no máximo 30) no último quadro desta planilha.

A4.9 – Planilha de Tabelas e Resultados

É uma planilha que apresenta os resultados encontrados através de algumas tabelas e gráficos, como as Tabelas 4 a 7 e os Gráficos 1 a 3 anteriormente apresentados.

Anexos

Estudo de Caso I

Mapa AN01 – Estudo de Uso do Solo da Região do CELMM (AL) – (em CD)

Mapa AN02 – Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL) – (em CD)

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A1	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,497
A2	Mata de Restinga			1,063
A3	Cultura Permanente (coco)	-		0,780
A4	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	1,812
A5	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,069
A5.11	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,165
A5.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,172
A6	Mata Ciliar	-		0,100
A7	Mata Atlântica de Encosta	-		3,738
A8	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	2,112
A8.1	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,231
A9	Cultura Permanente (coco)	-		4,585
A10	Mata Ciliar	-		0,446
A11	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,857
A12	Cultura Permanente (coco)	-		5,469
A13	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,580
A14	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	1,021
A15	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	2,733
A15.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,186
A16	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		3,287
A17	Cultura Permanente (coco)	-		0,689
A18	Área Urbana	-		3,025
A19	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,296
A20	Mata de Restinga Descaracterizada	-		187,258

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A21	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		2,981
A22	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,866
A22.1	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,194
A23	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,732
A24	Mata Ciliar	-		1,302
A25	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,502
A25.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,147
A26	Mata de Restinga Descaracterizada	-		0,867
A27	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,091
A28	Mata de Restinga Descaracterizada	-		3,120
A29	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,619
A29.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,114
A30	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		3,511
A31	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,324
A31.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,150
A31.11	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,264
A32	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,586
A33	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,998
A33.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,165
A34	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,292
A35	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,222
A36	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	3,115

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A37	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,433
A38	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,956
A39	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,393
A40	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	1,043
A41	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,316
A42	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,436
A43	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,064
A44	Área Urbana	-		0,460
A45	Mata Ciliar	-		4,486
A46	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,248
A47	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,753
A48	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	6,061
A48.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,130
A49	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	1,277
A50	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,102
A51	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,631
A51.1	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,161
A52	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,706
A53	Cultura Permanente (coco)	-		0,921
A54	Cultura Permanente (coco)	-		2,265
A55	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	2,063
A56	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,883
A57	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	4,064

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A58	Área Urbana	-		0,930
A59	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,866
A60	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,822
A61	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,683
A62	Mata de Restinga	-		2,901
A63	Cultura Permanente (coco)	-		0,600
A64	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,251
A65	Cultura Permanente (coco)	-		1,694
A66	Mata Ciliar	-		2,364
A67	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	6,882
A67.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,078
A68	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,494
A69	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,315
A70	Área Urbana	-		2,171
A71	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,075
A72	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	1,484
A73	Solo Exposto	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,229
A74	Área Urbana	-		1,989
A75	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		2,949
A76	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	4,893
A76.1	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,390
A76.11	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,389
A76a*	Mata Ciliar	-		0,461
A77	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,344
A77.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,163

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A78	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,123
A79	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,608
A79.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,458
A79.11	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,079
A80	Mata Ciliar	-		1,211
A81	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,035
A81.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,100
A82	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	2,855
A82.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,136
A83	Mata Ciliar	-		1,526
A84	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,154
A84.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,103
A84.11	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,123
A85	Mata Ciliar	-		2,852
A86.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,114
A87	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,074
A88	Mata Ciliar	-		0,866
A89	Mata de Restinga Descaracterizada	-		1,648
A90	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	3,638
A90.1	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,239
A91	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,431
A91.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,098
A92	Mata Ciliar	-		0,463
A93	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,135
A94	Área Urbana	-		0,533

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A95	Mata de Restinga	-		2,244
A96	Área Urbana	-		0,266
A97	Mata Ciliar	-		1,310
A98	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,129
A98.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,298
A99	Área Urbana	-		4,737
A100	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,012
A101	Área Urbana	-		0,363
A102	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,518
A103	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,282
A104	Área Urbana	-		1,827
A105	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	NÃO		0,139
A106	Solo Exposto	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	4,266
A107	Área Urbana	-		0,340
A108	Área Urbana	-		2,090
A109	Solo Exposto	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,892
A110	Área Urbana	-		2,536
A111	Mata Ciliar	-		2,035
A112	Área Urbana	-		2,564
A113	Mata Ciliar	-		3,791
A114	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	2,800
A114.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,166
A115	Solo Exposto	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	3,185
A116	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,302
A117	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,404
A118	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,641
A119	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,362

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A119.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,070
A120	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,059
A120.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,017
A121	Mata Ciliar	-		1,154
A122	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,310
A122.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,206
A123	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	2,300
A124	Área Urbana	-		1,016
A125	Mata Ciliar	-		0,335
A126	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,068
A126.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,116
A127	Uso não identificado*	-		0,932
A128	Cultura Permanente (coco)	-		0,166
A129	Mata de Restinga Descaracterizada	-		0,708
A130	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,908
A131	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,712
A132	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,955
A132.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,205
A133	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,421
A134	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,520
A135	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,273
A136	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,554
A136.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,084
A137	Mata Ciliar	-		1,374
A138.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,037

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A139	Área Urbana	-		0,093
A140	Mata Ciliar	-		0,858
A141	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,933
A141.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,046
A143	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,868
A144	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,216
A145	Área Urbana	-		0,940
A146	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,108
A146.1	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,054
A147	Solo Exposto	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,086
A148	Mata Ciliar	-		1,566
A149	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	3,098
A149.1	Pastagem	SIM	Área com encharcamento temporário	0,053
A150	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,159
A151	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,102
A152	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,052
A152.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,046
A153	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,780
A154	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,017
A154.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,037
A155	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,383
A156	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,318
A157	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,166
A158	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,415

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A159	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,731
A160	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,885
A161	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,258
A162	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,522
A163	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,351
A163.1	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,050
A164	Mata Ciliar	-		1,533
A165	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,454
A165.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,104
A166	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,061
A166.1	Pastagem	SIM	Área com encharcamento temporário	0,047
A167	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,464
A168	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,012
A168.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,047
A168.11	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,070
A169	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		2,365
A170	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,744
A170.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,409
A171	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,276
A172	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,359
A173	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,495
A174	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,297
A174.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,047

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A175	Mata Ciliar	-		0,843
A176	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,586
A176.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,053
A176.11	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,043
A177	Mata Ciliar	-		0,895
A178	Mata de Restinga Descaracterizada	-		0,497
A179	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,787
A180	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,567
A181	Cultura Permanente (coco)	-		0,904
A182	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,710
A183	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,223
A184	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,784
A185	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,973
A186	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,836
A187	Solo Exposto	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,301
A188	Cultura Permanente (coco)	-		1,392
A189	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,174
A189.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,513
A190	Mata Ciliar	-		5,446
A191	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,484
A191.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,584
A192	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,351
A192.1	Pastagem	SIM	Área com encharcamento temporário	0,155
A193	Área Urbana	-		2,023

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A194	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,329
A195	Mata de Restinga	-		2,668
A196	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,545
A197	Área Urbana	-		1,613
A198	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,317
A199	Mata de Restinga Descaracterizada	-		5,377
A200	Pastagem	NÃO	Área com encharcamento temporário	0,761
A200.1	Pastagem	SIM	Área com encharcamento temporário	0,257
A200a*	Mata Ciliar	-		0,948
A201	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,547
A201.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,177
A201.11	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,161
A202	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,886
A203	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	4,481
A203.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,207
A204	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,030
A205	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	5,027
A205.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,171
A206	Mata Ciliar	-		0,565
A207	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		5,088
A208	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,737
A208.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,459
A209	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	4,710
A209.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,491

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A210	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,005
A210.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,154
A211	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		
A212	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,873
A212.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,419
A212.11	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,076
A213	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,991
A214	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,390
A214.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,391
A214a*	Mata Ciliar	-		0,287
A215	Uso não identificado*	-		0,538
A216	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,771
A217	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,912
A218	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,115
A219	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,758
A220	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,842
A220.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,206
A220a*	Mata Ciliar	-		0,123
A221	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	3,498
A222	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,895
A222.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,430
A223	Mata Ciliar	-		1,308
A224	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	6,065
A224.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,185

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A225	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	3,522
A225.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,082
A226	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,686
A227	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,358
A227.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,077
A227.11	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,234
A228	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,548
A229	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,498
A229.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,079
A229.11	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,101
A230	Mata Ciliar	-		1,068
A231	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	2,110
A231.1	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,155
A231.11	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,123
A232	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		2,810
A233	Área Urbana	-		0,091
A234	Mata de Restinga	-		0,088
A235	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,219
A235.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,114
A235.11	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,076
A236	Mata Ciliar	-		0,922
A237	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,492
A237.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,214
A237.11	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,086

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A238	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,302
A239	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	2,297
A239.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,210
A240	Área Urbana	-		0,744
A241	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,625
A241.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,138
A242	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,161
A243	Pastagem	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,571
A243.1	Pastagem	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,111
A244	Mata de Restinga Descaracterizada	-		0,919
A245	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,810
A246	Mata de Restinga Descaracterizada	-		1,002
A247	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,536
A248	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,638
A248.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,075
A249	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,245
A250	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		11,549
A251	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,635
A251.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,208
A252	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,379
A252.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,233
A253	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		2,610
A254	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	4,149

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A254.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,525
A255	Área Urbana	-		1,352
A256	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	5,060
A256.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,105
A257	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,163
A258	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,250
A259	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	2,284
A259	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,106
A260	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,971
A260.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,261
A261	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,233
A262	Corpo d' água	-		0,388
A263	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	13,792
A263.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,090
A264	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	2,888
A265	Cultura Permanente (coco)	-		2,905
A266	Área Urbana	-		0,380
A267	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,250
A268	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,681
A269	Cultura Permanente (coco)	-		2,164
A270	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,517
A271	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	3,992
A272	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	2,329
A272.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,262

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Continuação

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A273	Área Urbana	-		0,047
A274	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	0,262
A274.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,314
A275	Mata Ciliar	-		5,045
A276	Uso não identificado*	-		1,258
A277	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,810
A277.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,091
A277.11	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,270
A278	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,606
A279	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		2,592
A280	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	4,645
A280.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,249
A281	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	1,529
A282	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	6,268
A282.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,224
A282.11	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,242
A283	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,571
A284	Mata Atlântica de Encosta	-		0,822
A285	Mata de Restinga Descaracterizada	-		4,367
A286	Cultura Temporária (cana)	NÃO	Área bem drenada, livre de inundação	1,253
A286.1	Cultura Temporária (cana)	SIM	Área bem drenada, livre de inundação	0,146
A287	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		0,648
A288	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,422
A288.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,249

Continua

Quadro AN01 – Classificação das Áreas do Levantamento das Áreas (Polígonos) às Margens do Rio Mundaú (AL)

Conclusão

Áreas	Uso do solo	Proximidade de matas	Encharcamento do solo (A, B, C)	Quant. (ha)
A289	Mata Atlântica de Encosta Descaracterizada	-		1,687
A290	Campo de Várzea	NÃO	Área permanentemente encharcada	0,508
A290.1	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,220
A290.11	Campo de Várzea	SIM	Área permanentemente encharcada	0,195
A291	Mata Ciliar	-		0,667
Soma				660,14

Fonte: Elaboração do Autor.

Estudo de Caso II

Mapa AN03 – Levantamento das Áreas às Margens do Reservatório do Rio Coruripe (AL) - (em CD)



ÁREA DE LOGÍSTICA

Ambiente de Gestão dos Serviços de Logística

Célula de Produção Gráfica

OS 2011-12/5569 - Tiragem: 1.200