

ECONOMIA REGIONAL

ENERGIA COMO FATOR DE COMPETITIVIDADE NA AGRICULTURA BAIANA

André G. Ghirardi

*Graduado pela Universidade de São Paulo;
Doutorado em Energia e Recursos
Naturais pela Universidade da California Berkeley.*

RESUMO:

A escassez de água no semi-árido é uma das principais causas da miséria que atinge população do semi-árido, especialmente os pequenos produtores, o que reforça a pressão migratória para as cidades. A irrigação, reconhecida como essencial no combate à pobreza no semi-árido é, em muitos casos, dificultada pela falta de energia. Nesse contexto a energia solar fotovoltaica apresenta-se como alternativa viável em áreas pequenas e remotas, aumentando a competitividade dos agricultores familiares.

PALAVRAS-CHAVE:

Semi-Árido; Agricultura Familiar; Energia Solar; Irrigação; Competitividade.

1 - INTRODUÇÃO

O presente estudo é voltado para experiências recentes envolvendo o uso de energia solar fotovoltaica para bombeamento de água no semi-árido baiano. Situa-se portanto dentro do quadro mais amplo de estudo de tecnologias de energia como fator condicionante de desenvolvimento social. O pequeno agricultor do semi-árido é o elemento central de interesse deste trabalho que procura identificar as condições necessárias para que as comunidades desta região pobre e dominada pela seca possam efetivamente incorporar uma nova tecnologia de modo a garantir suprimento regular de água que proporcione melhoria da qualidade de vida local, principalmente através da agricultura familiar.

A caracterização de energia como fator de competitividade neste trabalho é abordada a partir da relação entre irrigação, o uso de energia e o desenvolvimento na sociedade rural. Em seguida, aborda-se a questão da aplicação de energia solar fotovoltaica como elemento de desenvolvimento ou de competitividade na agricultura familiar, delineando as principais questões sobre viabilidade técnica e social do uso de painéis fotovoltaicos para bombeamento de água no semi-árido.

Trata-se tanto as questões que dizem respeito à tecnologia e às condições necessárias para seu emprego eficaz, como os aspectos sociais que cercam a introdução de uma tecnologia que é, por um lado, inteiramente nova em comunidades de baixo nível de renda e instrução e, por outro, um fator que pode efetivamente contribuir para a melhor qualidade de vida destas comunidades.

2 - CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

Ao se aproximar o final do século, os antigos problemas de desenvolvimento do Nordeste ganham novos contornos. A Bahia, em particular, enfrenta o desafio de promover a melhoria da qualidade de vida de uma população de 11 milhões de pessoas, frente às novas barreiras dos mercados abertos à competição internacional. O objetivo maior é, sem dúvida, reduzir o nível de pobreza, entre os maiores do País. Ao final de 1997, a renda

média mensal dos ocupados na Região Metropolitana de Salvador era da ordem de 500 reais. Além do baixo nível médio de remuneração, a situação é agravada pela concentração de renda. Os mesmos dados mostram que 25% dos ocupados ganham até um salário mínimo, 50% dos ocupados ganham até dois salários mínimos e que apenas 10% dos ocupados têm rendimentos acima de dez salários mínimos (INFORME PED, 1997).

Uma das manifestações mais evidentes dos problemas sociais a enfrentar é a condição dos grandes centros urbanos, principalmente a capital, para onde afluem emigrantes de outras regiões, em busca de melhores condições de vida. Dados recentes mostram que cresceu a parcela da população em idade ativa que efetivamente trabalha ou procura emprego na Região Metropolitana de Salvador. Este fenômeno não é totalmente explicado pelo crescimento vegetativo e pela taxa de atividade. Há portanto indício de que o número de pessoas que atua no mercado de trabalho da região de Salvador também sofreu influência significativa do fluxo migratório. Estas pessoas vêm principalmente do interior. Segundo mais de setenta mil entrevistas realizadas entre janeiro e novembro de 1997, 76% dos migrantes que trabalham ou procuram trabalho na Região Metropolitana de Salvador saíram de outros municípios do interior do Estado da Bahia.¹

A maior parte desses migrantes foram expulsos da zona rural, com suas famílias por condições adversas de produção e trabalho. Os baixos níveis de renda e, em consequência, de consumo, traduzem-se em precárias condições de vida e remotas (ou nenhuma) expectativa de mudança desse quadro, fizeram (e fazem) com que milhares de pessoas acorressem às grandes cidades, em busca de melhores padrões de vida, em busca de ascensão social. Como, via de regra, os centros urbanos não estão preparados para comportar esse aumento populacional brusco, ocorre o fenômeno de inchaço das cidades e toda uma série de problemas daí decorrentes – aumento da marginalidade, violência, mendicância etc.

Este problema reflete, em grande parte, uma estrutura fundiária altamente concentrada e historicamente constituída. A redução desse fluxo migratório, portanto, exige políticas de apoio ao traba-

¹ SEI (1997)

lhador rural, engajando-o na produção agrícola e permitindo-lhe condições de melhoria da sua qualidade de vida.

A experiência histórica de outras sociedades confirma a importância da agricultura familiar como pólo produtor de desenvolvimento. Nas sociedades industriais, o fortalecimento e a expansão da agricultura familiar propiciou o aumento da produção de alimentos, devido à sua maior flexibilidade (FAO, 1996), e também liberou mão-de-obra para a indústria nascente. Em todo o mundo, sobretudo Europa e Estados Unidos a produção familiar é a grande responsável pelo abastecimento do mercado interno e, em muitos casos, até mesmo do mercado externo.

No Brasil, a produção familiar é encarada de outra forma. A agricultura brasileira (e a baiana reflete sua estrutura) é marcada pelo “bimodalismo” da produção, dividida entre o modelo familiar e o patronal. O modelo patronal é baseado em organizações centralizadas e na completa separação entre gestão e trabalho. Em geral, a produção dá-se em grandes áreas, adotando práticas que podem ser padronizadas e que, desta forma, favorecem a especialização do cultivo e dos trabalhadores. As tecnologias adotadas tendem a eliminar as decisões de “momento”. A mão-de-obra utilizada consiste no trabalho assalariado, com poucos trabalhadores residentes. O modelo familiar adota práticas em que o trabalho e a gestão ocorrem como partes integrantes de uma mesma atividade, de forma que o proprietário dirige e participa diretamente do processo de produção. Os cultivos são variados, ocorrem geralmente em áreas pequenas e priorizam o uso parcimonioso de recursos naturais. Trabalhadores assalariados são poucos, e atuam de forma a complementar a atividade da família. Devido à diversidade de culturas, a produção requer capacidade de decisão momentânea para gerir os imprevistos e incertezas inerentes ao processo.

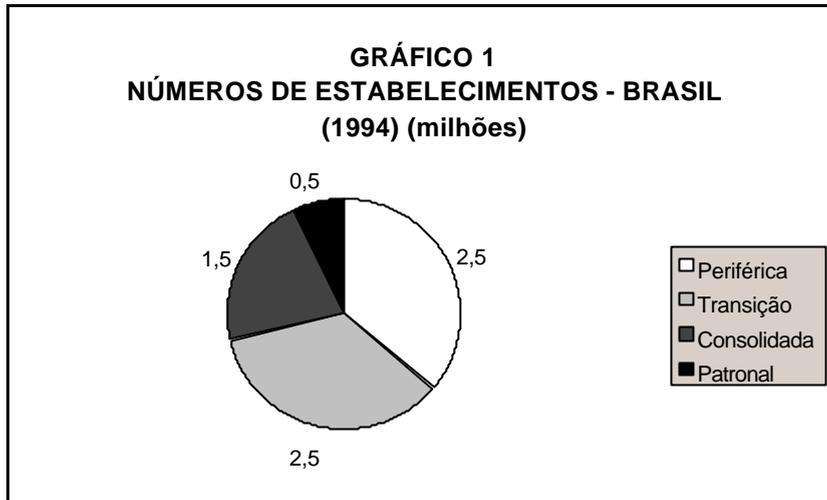
A visão tradicional do setor tende a valorizar a alegada eficiência técnica e econômica do modelo patronal. Não obstante, a agricultura familiar mostra-se superior em diversos aspectos sociais e econômicos. Ela favorece a distribuição homogênea da renda, além de se mostrar mais benéfica, do ponto de vista ambiental, já que se baseia em culturas diversificadas e tem maior flexibilidade em seu processo de gestão. Ao comparar os dois tipos de

modalidades, um recente estudo sobre política agrícola revela que:

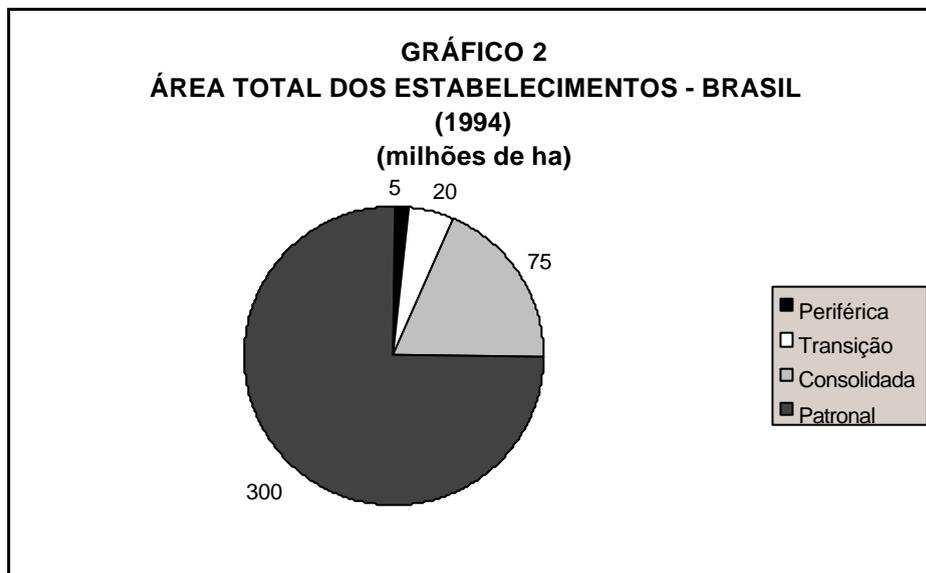
- a) as lavouras são mais importantes (freqüentes) no segmento familiar;
- b) a agricultura familiar favorece o criatório de pequenos animais, sem exclusão da pecuária bovina;
- c) a modernização tecnológica é superior no modelo patronal, notadamente com respeito ao uso de defensivos agrícolas, tração mecânica e energia elétrica;
- d) as unidades familiares superam as patronais, em nível nacional, no fornecimento de quinze produtos básicos: carnes de aves e suínos, leite, ovos, batata, trigo, cacau, banana, café, milho, feijão, algodão, tomate, mandioca e laranja;
- e) o rendimento físico das lavouras, em unidades familiares, é superior ao das patronais em mais da metade das atividades.

O mesmo estudo constata que o modelo familiar, por adotar sistemas de produção mais intensivos em mão-de-obra, gera, em média, sete vezes mais postos de trabalho por unidade de área que o patronal. Estima-se que, em média, sejam necessários 60 hectares por emprego na unidade patronal, comparados a apenas 9 hectares por emprego na unidade familiar.

A falta de definições precisas torna um tanto incertas as medidas da contribuição da pequena unidade familiar. Os quadros seguintes apresentam um resumo da estrutura dos estabelecimentos agrícolas brasileiros, dividindo as propriedades familiares em três tipos: consolidada, de transição e periférica. As unidades “consolidadas” já dispõem das condições básicas para a atividade empresarial. As unidades “periféricas” são aquelas que tendem à degradação, devido à combinação de fatores como exiguidade, baixa qualidade das terras, falta de capacitação de seus recursos humanos e o “viés urbano” das políticas públicas. A categoria de “transição” consiste em estabelecimentos fragilizados por falta de acesso à tecnologia e práticas adequadas, mas que têm potencial para transformar-se em estabelecimentos comerciais viáveis.



FONTE: FAO (1996)



FONTE: FAO (1996).

TABELA 1
ÁREA MÉDIA E PESSOAL OCUPADO

Categoria	Área média	Pessoal por estabelecimento	Pessoal total (milhões)	% pessoal total
Patronal	600	10	5	20
Familiar consolidada	50	4	6	24
Transição	8	3	7,5	30
Periférica	2	2,5	6,5	26
Total	57	4	25	

FONTE: FAO (1996)

A maior parte dos cinco milhões de estabelecimentos em nível subfamiliar não tem caráter empresarial, funcionando como local de moradia e subsistência de uma população subempregada. Os agricultores familiares do Nordeste são os mais pobres do País, com renda média de 8 sm/a², seguida do Centro-Oeste (12 sm/a). Os mais ricos são os da Região Sul, com a renda média de 34 sm/a. As unidades familiares nordestinas têm área média de 13 hectares. Estas unidades, principalmente as da faixa de “transição”, podem beneficiar-se de oportunidades para expansão ou reconversão produtiva, criando condições para que as tornem competitivas e consolidadas enquanto empreendimentos comerciais agrícolas.

O quadro nacional tem rebatimentos regionais semelhantes e mais graves em se tratando da agricultura familiar do Nordeste, e especificamente das pequenas propriedades do semi-árido baiano. A maior concentração de agricultores familiares do País está na Bahia, onde se concentram 554 mil produtores (FAO, 1996).

2.1 - O SEMI-ÁRIDO DA BAHIA

Os nove Estados do Nordeste brasileiro representam 18% do total da área do País e respondem por 16% de sua produção global. Essa produção atende cerca de 28% da população brasileira (43 milhões de pessoas). Quase metade dessa área, 760.000 km², está sob o clima semi-árido, onde

² Salários mínimos por ano.

vivem mais de 17 milhões de pessoas (IBGE, 1992).

O clima da Região semi-árida é quente e seco, com uma temperatura média anual de 27°C e cerca de 2.500 horas/ano de insolação, em média. As precipitações anuais variam entre 400 e 800 mm - caracterizada por grande variação, não sendo raro que toda a chuva do ano se concentre num curto período de dois meses, durante os quais ocorrem chuvas torrenciais -, em contraste com a evapotranspiração de 2.500 mm/ano, o que determina uma estação seca de mais de 7 meses. O nível médio anual de insolação é alto em toda a Bahia, variando de um mínimo em torno de 200W/m² a um máximo de 250 W/m².

Na vegetação semi-árida predomina a caatinga, que se desenvolve sobre um mosaico complexo de solos com características contrastantes. Mais da metade do semi-árido baiano está sobre terrenos cristalinos, impermeáveis, onde o solo é pouco profundo, com baixa capacidade de armazenamento de água (REBOUÇAS, 1997). Altos níveis de insolação, recursos hídricos escassos e chuvas mal distribuídas resultam em longos períodos de seca.

O semi-árido compreende 62% dos municípios do Estado da Bahia (257 em 415), abrange cerca de dois-terços do território baiano, englobando 9 das 15 regiões econômicas do Estado, e abriga uma população de 6,2 milhões de pessoas, que é predominantemente jovem e rural. Segundo dados recentes, 58% dos habitantes do semi-árido têm até

24 anos de idade. O nível de urbanização é geralmente baixo, sendo inferior a 30% em algumas áreas (BAHIA, 1996). A população rural da Bahia é a maior do Brasil, seguida dos Estados de Minas Gerais e Maranhão. A tendência contínua de urbanização ao longo dos últimos cinquenta anos tem sido mais lenta na Bahia do que nos demais Estados.

O nível de instrução é dos mais baixos do País, e se apresenta como o principal obstáculo para a adoção de novas práticas e processos para convivência com a seca. Em 87% dos municípios, a taxa de analfabetismo dos chefes de domicílio é superior a 50%. Há 47 municípios com taxa de analfabetismo superior a 70% (MENEZES, 1996). A condição social dos pequenos agricultores em nível de subsistência dificulta a substituição das técnicas tradicionais de manejo, que são geralmente rudimentares e insuficientes para o combate à seca, resultando em baixa produtividade do trabalho.

Em todas as regiões da Bahia, o semi-árido se apresenta como maior desafio pela ocorrência crônica de secas que limitam a produção e afetam uma grande população sem recursos financeiros. A perda da produção agrícola é o principal efeito negativo produzido pela ocorrência de períodos de seca prolongada no semi-árido (MENEZES, 1996). Não é sem motivo que a renda média dos chefes de domicílio do semi-árido corresponde à metade da média estadual, e a cerca de um quarto da média para o Município de Salvador (MENEZES, 1996). Para se sustentar durante a seca, os grupos de baixa renda têm como única saída a emigração para os centros urbanos onde, em geral, não têm qualificação para se inserir nas poucas oportunidades de emprego.

O fortalecimento da organização das comunidades rurais é uma necessidade reconhecida para aumentar a capacidade de convivência com a seca ou, em outros termos, de tornar a atividade competitiva, bem como o aproveitamento e incremento das áreas irrigáveis e maior acesso a crédito e assistência técnica. A consolidação da agricultura familiar na Região depende de novas opções de produção e comercialização. Todas elas têm como pré-requisito a disponibilidade de um sistema regular de abastecimento de água.

3 - COMPETITIVIDADE

A exposição das condições socioeconômicas revela diversos fatores que podem atuar como condicionantes da viabilidade da pequena agricultura no semi-árido. A disponibilidade de água é o limite mais restritivo, mas não o único, e se combina com outros fatores como energia, educação e capacidade de comercialização, por exemplo, para criar as condições objetivas de trabalho para o pequeno agricultor. Para a análise das diversas influências sobre a competitividade, convém adotar algum tipo de classificação que sirva como base para distinguir a natureza de fatores condicionantes. A própria definição de competitividade deve ser abordada de forma abrangente, expressando a capacidade de criar, a médio prazo, as melhores condições de aumento de renda que possam reproduzir-se ou sustentar-se nas circunstâncias do semi-árido, explicitando que o desempenho depende tanto de fatores internos como de fatores externos a cada unidade de produção.

A pequena unidade agrícola é tomada como parte de uma ordem macroeconômica coletiva, sujeita à existência de uma infra-estrutura com características específicas, dentro de um contexto político e social. Segundo esta leitura, uma unidade rural familiar "competitiva" seria aquela que oferece àqueles que ali vivem condições tais que permitam melhor qualidade de vida com o produto da atividade agrícola, reduzindo (ou eliminando) a pressão migratória sobre os centros urbanos.

A competitividade da agricultura familiar depende, portanto, da capacidade de produzir mais e com maior variedade. Esta transformação depende da incorporação de novas tecnologias de produção que possam proporcionar maior produtividade dentro das restrições impostas pelas condições sociais do elemento humano, e pela configuração local dos recursos naturais. A capacidade de incorporar nova tecnologia apresenta-se como fator estrutural da produção agrícola familiar, e como elemento estratégico, capaz de transformar a própria estrutura, isto é, o produto e o processo (TEIXEIRA, 19--).

A competitividade da agricultura no semi-árido tem na seca sua principal restrição ambiental, o que faz da irrigação uma condição imprescindível para o desenvolvimento da região. A natural escassez de água é agravada por uma restrição

tecnológica, pela falta de capacidade de bombeamento confiável e de baixo custo. Mesmo sem dispor de grandes volumes de água superficial, boa parte da população está situada em locais onde é possível o acesso a barragens e açudes, ou, ainda, em locais onde existem mananciais subterrâneos aproveitáveis. Nestes casos, o acesso à água é limitado pela falta de sistemas eficazes de bombeamento. Disponibilidade de energia torna-se uma condição de sobrevivência, principalmente enquanto fator de acesso à água, mas também como veículo de iluminação e outros serviços eletrodomésticos que podem amenizar consideravelmente as condições de vida locais. Neste sentido, competitividade e energia estão intimamente relacionadas, no contexto da pequena agricultura do semi-árido. Aí se configura a oportunidade para a utilização dos painéis solares fotovoltaicos.

A célula solar fotovoltaica é uma das possíveis alternativas para suprimento de eletricidade, e tem requisitos específicos para sua assimilação. Não se trata de identificar “quais” sejam os fatores, mas de averiguar em que medida estão presentes nas comunidades agrícolas de pequeno porte as “condições necessárias” para a incorporação de tecnologias de bombeamento e irrigação.

Cabe aqui explorar mais detalhadamente quais são, dentro do enfoque sistêmico, os fatores determinantes de competitividade e como eles se traduzem no contexto deste estudo. A abordagem apresentada no Estudo de Competitividade na Indústria Brasileira (ECIB) (COUTINHO & FERRAZ, 1995) – e que é adotada aqui, define três grupos de fatores: aqueles “internos” à empresa, os de natureza “estrutural” e os de natureza “sistêmica”.

Os fatores “internos” são os que estão dentro da esfera de decisão da unidade produtiva. São relevantes para estes fatores as decisões sobre o que, como e quanto produzir. Em se tratando da pequena agricultura no semi-árido, as decisões sobre o que e quanto produzir estão limitadas por condições ambientais. São poucas as opções de plantio que se adaptam às condições climáticas locais. As quantidades são ditadas principalmente pelo consumo próprio, mas ocorre também a produção de excedentes comercializáveis. A geração destes excedentes, por sua vez, estaria limitada pelas características do modo de produção, entre elas a disponibilidade de insumos, notadamente água. Está, portanto, na esfera destes fatores inter-

nos a decisão sobre a tecnologia, ou seja, a disposição para incorporar o uso de painéis fotovoltaicos ou alternativa (diesel ou manual).

Também entre os fatores “internos” está a qualidade dos recursos humanos disponíveis ou, no caso, o pequeno agricultor do semi-árido. É notória a penúria em que vive a população do semi-árido em geral. Os indicadores sociais básicos discernem um quadro desfavorável à produção competitiva, não só pelo baixo nível de renda, mas principalmente pelas condições de educação. Configura-se, dessa forma, na qualificação dos recursos humanos, um paradoxo que define uma questão fundamental deste estudo: de um lado, existe uma tecnologia de ponta, que permite a conversão de energia solar em eletricidade; de outro lado, há o usuário com estreitas limitações para se informar sobre o funcionamento da tecnologia. Diante deste contraste, cabe perguntar até que ponto é possível que os agricultores do semi-árido incorporem a nova tecnologia. Alguns elementos para responder a estas perguntas podem ser encontrados entre os chamados fatores “sistêmicos” de competitividade: macroeconômicos, político-institucionais, regulatórios, infra-estruturais e sociais.

Na esfera macroeconômica, os elementos mais relevantes para a pequena unidade rural seriam a oferta de crédito e, implicitamente, a taxa de juros. A tecnologia solar fotovoltaica se caracteriza por, baixo custo de manutenção e vida útil longa (da ordem de 30 anos). Em vista da estreita limitação para gerar excedentes monetários na pequena agricultura, é fundamental que esteja disponível um sistema de crédito que possibilite a amortização, a longo prazo, dos módulos fotovoltaicos que demandam alto valor inicial de investimento. Tomadas individualmente, as pequenas unidades rurais teriam pouca ou nenhuma condição de acesso ao crédito. Torna-se indispensável a instituição de uma instância coletiva, uma cooperativa de crédito, que possa alavancar recursos para o conjunto dos pequenos agricultores de uma comunidade.

Entre os fatores político-institucionais, o mais relevante para o caso seria a existência de apoio ao risco tecnológico. A experiência acumulada ao longo de duas décadas de operação comercial indica que as células solares apresentam alta confiabilidade, sendo raras as ocorrências de falta nos painéis em si.

Entre os fatores sistêmicos, estão também os elementos de infra-estrutura. No contexto deste estudo, dá-se ênfase à disponibilidade de energia elétrica enquanto condicionante da competitividade. Dentro desta, numa classe, estariam também fatores como transporte, comunicação e assistência técnica, como partes integrantes do processo de financiamento, instalação e operação dos sistemas de células solares.

Completando o grupo de fatores sistêmicos, estão os fatores sociais, dentre os quais destaca-se a educação. Qualquer incorporação de nova tecnologia estará condicionada à existência de pessoas com capacidade para compreender as características básicas de operação e interpretar os indicadores de desempenho que orientam as ações de manutenção. Em se tratando de pequena unidade rural no semi-árido, este fator “sistêmico” se confunde com o fator “interno” de recursos humanos. Ao contrário da unidade industrial, que está inserida num “mercado” que oferece mão-de-obra com um certo nível de qualificação, a pequena unidade rural conta apenas com as pessoas que ali vivem e trabalham, não existindo a possibilidade de recrutar mão-de-obra externa especialmente qualificada.

Além dos fatores internos e dos sistêmicos, o ECIB propõe também fatores estruturais que dizem respeito às características do mercado consumidor e à concorrência. Neste caso, corresponderiam aos mercados para os excedentes comercializáveis produzidos.

Na prática, a disponibilidade de recursos não parece ser o fator mais limitante para a difusão das células solares e, portanto, para a competitividade da pequena agricultura. Existem linhas específicas de crédito para projetos de difusão de energia solar. Para pequenos produtores no semi-árido, o prazo de financiamento chega a 12 anos, com quatro anos de carência e juros máximos de 6% mais Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) (BNB..., 1996). Em nível nacional, existe o Programa de Desenvolvimento Energético dos Municípios (PRODEEM), criado em 1994 pelo Ministério das Minas e Energia, que tem, entre seus objetivos, o financiamento de instalação de microssistemas de produção e uso de energia em comunidades carentes e não servidas pela rede elétrica, de forma a apoiar o atendimento de demandas sociais básicas:

água potável, educação, produção de alimentos, bem como o atendimento de pequenos produtores de forma a elevar a renda e agregar valor aos produtos (BNB..., 1996).

Um fator mais limitante parece ser a falta de um modelo de procedimento de transferência de tecnologia que permita a disseminação do uso de painéis solares pelos usuários potenciais. Experiências existentes, como as da Associação dos Pequenos Agricultores do Município de Valente (APAEB), ainda são incipientes, o que torna prematura qualquer conclusão sobre suas condições de repetibilidade (SOLIANO, 1996).

4 – IRRIGAÇÃO E COMPETITIVIDADE

A resposta às necessidades da pequena agricultura deve ser considerada no contexto da estrutura fundiária local. Os projetos de instalação fotovoltaica se destinam às unidades nas classes de “transição” e “periféricas”. Estas unidades operam sob restrições de organização - que se refletem principalmente sobre a capacidade de alavancar crédito e sobre a comercialização - de educação - que se refletem na dificuldade de absorver novas tecnologias (inclusive de organização) - e sob restrição climática - que se reflete na irregularidade e quantidade da produção.

Devido à natureza do clima, apenas a pecuária e a irrigação apresentam-se viáveis, do ponto de vista econômico (sustentáveis), no semi-árido. Ambas atividades são altamente dependentes da tecnologia (SOUZA, 1995). A pecuária no semi-árido pressupõe, como sistema de produção, a viabilidade de alimentos cultivados em condição de sequeiro como, por exemplo, milho e algaroba. A lavoura irrigada é restrita a espaços muito mais limitados que a pecuária, mas representa o principal condicionante da expansão econômica da agricultura no semi-árido. Isto é verdade tanto para pólos agroindustriais (empresarial), como para as pequenas propriedades (familiar). A irrigação representa uma “inovação tecnológica” que age sobre a restrição climática. As unidades “periféricas”, em geral, não são contempladas pelos projetos tradicionais de ajudagem, dado se tratarem de comunidades relativamente pequenas e dispersas.

Quando combinada com aplicação de defensivos agrícolas e uso de sementes de qualidade, a irrigação permite dobrar a produtividade nas culturas tradicionais: feijão, arroz, cana-de-açúcar, milho e algodão, que são predominantes nas unidades familiares voltadas para a subsistência. A pecuária também é favorecida e interage positivamente com a irrigação, já que fornece o esterco para adubação dos solos (SOUZA, 1995).

O aumento de produtividade possibilita a geração de um excedente comercializável e, portanto, um aumento de renda. É claro que isto pressupõe a existência de mercado e de canais de comercialização para estes produtos. Neste sentido, é fundamental a organização dos produtores para criar processos de comercialização que não corromam o preço para o produtor (SOUZA, 1995). Uma destas alternativas é a agroindústria como, por exemplo, a implantação de uma fábrica de tapetes de sisal em Valente.

Em análise da agricultura irrigada no semi-árido, SOUZA (1995) aponta, de início, os fatores que tornam pouco viáveis (ou inviáveis) a forma tradicional de agricultura no semi-árido, caracterizada pelo complexo algodão-pecuária-culturas de subsistência. Fatores de natureza tecnológica como falta de insumos de qualidade e de técnicas adequadas de produção seriam inibidores da produtividade. Fatores de ordem social como baixo nível de qualificação de mão-de-obra e falta de organização para a comercialização também impedem a produção competitiva.

Dadas as condições do semi-árido, a análise parte do princípio que apenas a pecuária e a irrigação apresentam chances de sustentabilidade econômica. A pecuária seria a opção para as grandes áreas da região onde é inviável a irrigação, e requer a produção de alimentos obtidos com lavouras de sequeiro, como sorgo e algaroba. Nas áreas em que é viável a irrigação, haveria a possibilidade de expansão econômica sustentada, com base na produção de frutas e hortaliças. Estas produções seriam competitivas principalmente em função da alta insolação, do baixo custo da mão-de-obra e da terra e da produtividade da terra. No que diz respeito às culturas tradicionais (feijão, arroz, cana, milho e algodão), o estudo revela ser possível du-

plicar a produtividade e aumentar o número anual de safras.

A irrigação também abre boas perspectivas para a produção de hortaliças (destacando-se o tomate, a cebola e o melão) e de frutas, principalmente aquelas características do Nordeste como banana, manga, mamão, acerola e maracujá. O Nordeste apresenta produtividade maior do que a média nacional para manga, uva, mamão e banana, e esta vantagem tende a se acentuar à medida que se aumentar a disponibilidade de irrigação. Do ponto de vista comercial, manga e uva são as frutas que oferecem melhores perspectivas.

O estudo alerta que o aumento de produção pela irrigação só pode se traduzir em aumento de renda se houver uma revisão do processo de comercialização, para que se possa dar escoamento aos produtos. Novas formas de comercialização podem ser criadas com a organização dos produtores e o estabelecimento de agroindústrias.

Embora a análise de SOUZA (1995), não se limite à pequena agricultura, nela são apontados alguns dos principais problemas que se manifestam nos projetos de irrigação, alguns dos quais se aplicam também ao contexto da unidade familiar. Entre eles:

- * a necessidade de incluir os beneficiários na fase de planejamento;
- * o processo de seleção de beneficiários deve levar em conta a potencialidade de cada um para o trabalho na agricultura;
- * é essencial a criação e fortalecimento de estruturas organizacionais, que formem uma “infra-estrutura social” de apoio ao pequeno produtor;
- * é necessário qualificar os produtores para sua nova realidade;
- * falta atenção adequada à gestão da água para evitar desperdício e o agravamento de problemas como elevação do lençol freático e salinização dos solos.

No Estado da Bahia, verificou-se que, em média, a agricultura irrigada produz um valor bruto de

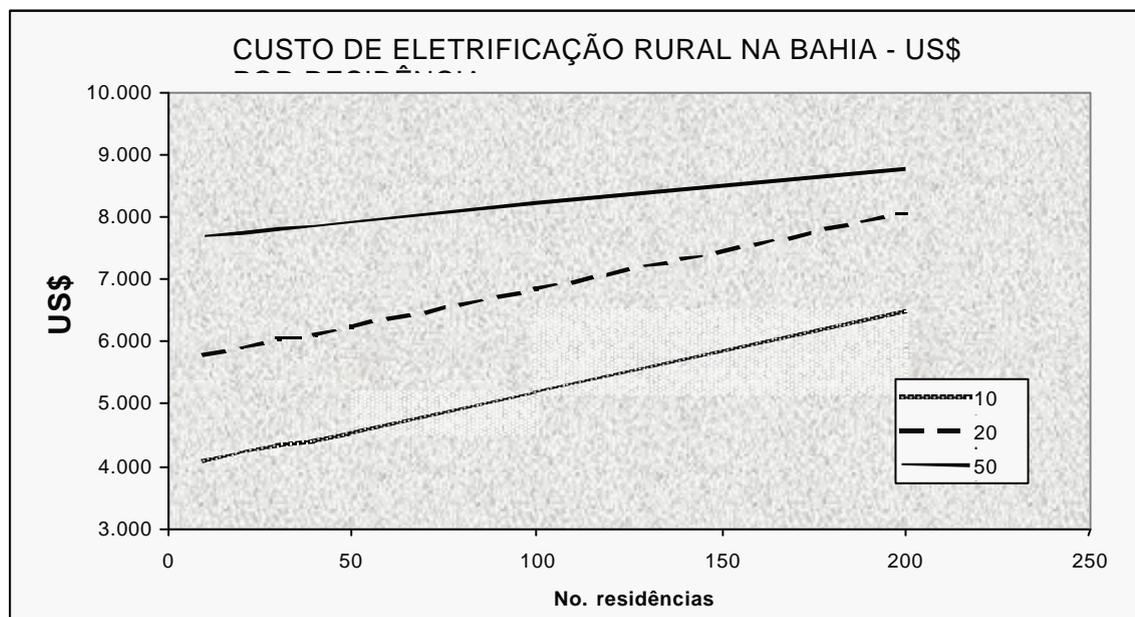
produção por hectare de 7 a 13 vezes maior que a agricultura de sequeiro (BAHIA, 1994).

A falta de água para irrigação no semi-árido deve-se, em muitos casos, à falta de energia elétrica para bombeamento. A água pode estar disponível em açudes próximos ou em lençóis subterrâneos, sem que se possa fazer uso dela a distâncias relativamente curtas. Há um contingente de população que não é servido pela rede elétrica convencional por serem comunidades relativamente pequenas e situadas em locais distantes da rede, em situações onde não se justifica financeiramente a expansão das linhas de distribuição. A empresa concessionária tem cadastrados 2900 localidades sem serviço de rede elétrica. Estima-se que, no Brasil, existam cerca de vinte milhões de pessoas sem acesso à energia elétrica. Na Bahia este mercado pode ser da ordem de 500 mil consumidores, ou seja, o mesmo número de consumidores existentes em Salvador, embora com capacidade de consumo muito inferior.

Os programas de eletrificação rural encontram dificuldade para atender às localidades pequenas e distantes da rede. A taxa mínima cobrada aos contribuintes não viabiliza o atendimento a estes consumidores, ainda que se contabilize apenas o retorno do montante principal investido, sem incidência de juros. A análise da concessionária indica que para qualquer localidade a pelo menos 10 km da rede, o atendimento da demanda com células solares é mais vantajoso quando o consumo se situa no valor médio de até 12,5 kWh/mês, tomando como referência um investimento da ordem de US\$1.250 por consumidor para implantação do sistema fotovoltaico (CEPEL, 1995). Conforme dados apresentados no GRÁFICO 3, a maior parte dos investimentos em eletrificação rural visam populações em agrupamentos de até duas mil pessoas.

O custo de atendimento de um conjunto de 100 residências varia de cerca de US\$5.000/residência, para uma distância de 10 km da rede, a cerca de US\$8.000/residência, para distâncias de 50 km da rede, conforme ilustrado abaixo.

GRÁFICO 3



FONTE: CEPEL (1995)

Nestas situações, concluiu-se que haveria vantagens na instalação de sistemas fotovoltaicos. Muitas das diferenças mais notáveis de qualidade de vida entre os meios urbano e rural estão associados à disponibilidade de energia e, de forma espe-

cial, de energia elétrica e dos serviços a ela associados. Serviços oferecidos por aparelhos elétricos são elementos de qualidade de vida disponíveis nos centros urbanos, mas inacessíveis às comunidades rurais situadas fora da área servida pela rede. A

ausência destes serviços consiste, portanto, motivo para os pequenos agricultores (principalmente os jovens) procurarem melhor sorte nos centros urbanos.

5 – ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

As iniciativas para disseminação do uso de energia solar são inovadoras tanto pelo aspecto técnico de seu funcionamento, como pelas implicações sociais de sua utilização. As características de operação e uso de sistemas solares são essencialmente diferentes daquelas a que estamos habituados no cotidiano brasileiro de hidreletricidade e combustíveis. Enquanto as energias tradicionais se apresentam de forma concentrada e em sistemas centralizados, a energia solar se caracteriza por ser difusa e mostrar-se mais compatível com aplicações descentralizadas. Uma pode ser acionada à distância e sem influência das condições locais, enquanto a outra requer engajamento do usuário em sua operação e manutenção. O uso da irradiação solar como fonte alternativa de energia constitui-se numa opção atraente devido à sua capacidade de preservar o meio ambiente, pela não emissão de poluentes (combustíveis fósseis e outras fontes de energia convencionais) e pela não necessidade de instalação de hidrelétricas, além de ser uma fonte inesgotável de energia.

À medida que a energia solar direta representa uma alternativa para o suprimento de necessidades, representa também uma solicitação para mudanças de hábitos de consumo que podem significar, em alguns casos, a reorganização social. A nova tecnologia pode ter dupla influência. Uma delas no campo da produção, já que a maior disponibilidade de eletricidade viabiliza acesso à água subterrânea e aos serviços domésticos. O segundo papel da tecnologia é enquanto fator de organização comunitária destes pequenos produtores.

É como fator de inovação tecnológica e elemento de transformação social que o uso de painéis fotovoltaicos, ou células solares, no semi-árido da Bahia se apresenta como experimento de interesse teórico e empírico. Do lado teórico, interessa a energia enquanto condição necessária para o desenvolvimento humano dentro de um espaço de

restrições ambientais cada vez mais estreitas. Do ponto de vista empírico, interessam as condições sociais desses novos usuários das células solares, sejam famílias individuais, seja numa comunidade de famílias que estejam associadas ao êxito na incorporação da tecnologia solar-elétrica à rotina de seu trabalho e de seu cotidiano doméstico.

O efeito fotovoltaico é um fenômeno próprio da estrutura molecular de alguns cristais, que permite a conversão direta de radiação luminosa em energia elétrica. As células fotovoltaicas são feitas de silício no qual foram implantadas pequenas quantidades de boro e fósforo. Este procedimento causa um excesso de cargas negativas ou positivas capazes de conduzir corrente elétrica. As características da estrutura cristalina do material semicondutor fazem com que nem toda a luz solar incidente sobre a célula possa ser convertida em eletricidade. A conversão se dá, portanto, dentro de certos limites. Há um nível mínimo de radiação solar abaixo do qual o efeito fotovoltaico não se manifesta; a intensidade luminosa é insuficiente para desencadear o fenômeno. Há também um nível máximo acima do qual a radiação solar não é inteiramente aproveitada, acarretando um “desperdício” de radiação incidente. No caso do silício, as perdas decorrentes dos fótons de energia menor que a necessária são da ordem de 25%, enquanto as perdas por excesso de energia são de aproximadamente 30% da energia incidente. Somando-se a estas outras perdas decorrentes de fatores associados a voltagem e corrente, a eficiência de conversão de cada célula cai para algo em torno de 12 a 15% (eficiência definida como a relação entre a potência elétrica fornecida pelo dispositivo e a potência de radiação incidente). Células solares se caracterizam por confiabilidade, durabilidade e alta relação entre potência e peso. As células solares são hoje reconhecidas como alternativa tecnicamente viável para suprimento de eletricidade em locais que não podem ser servidos pelos sistemas convencionais - são usadas em estações telefônicas remotas, barcos, estações de medição em locais remotos e até em calculadoras de bolso. Uma das aplicações mais populares, e de interesse neste caso, é o uso para o bombeamento de água e iluminação residencial em comunidades sem serviço de rede elétrica.

Consideradas inicialmente como uma idéia “futurista”, as células solares fotovoltaicas estão

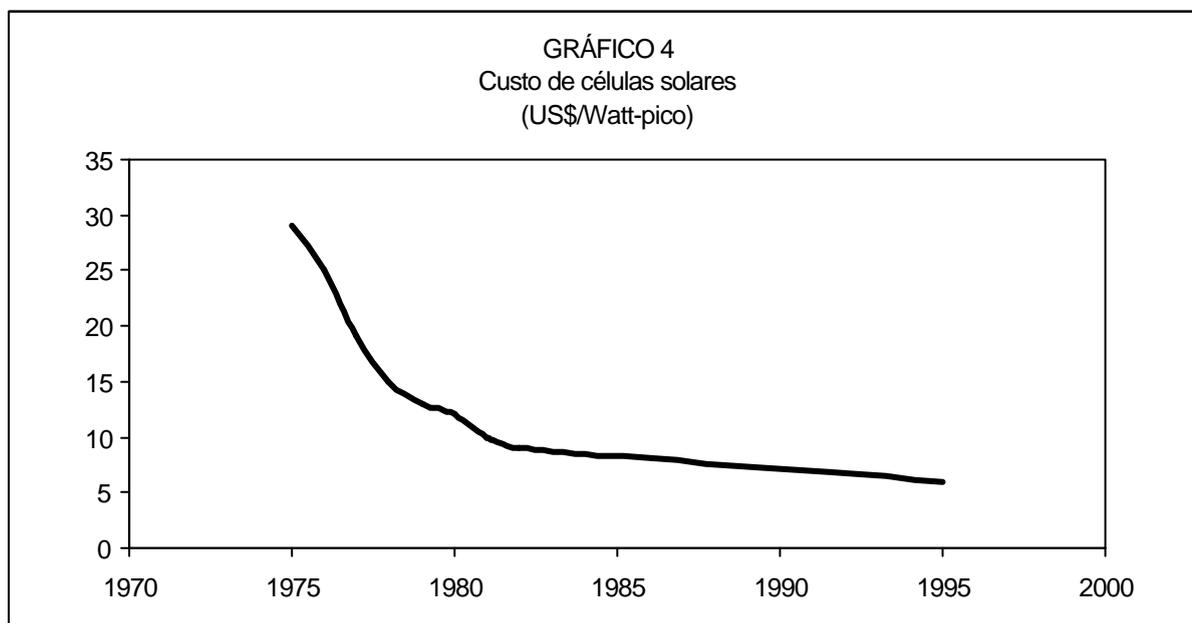
disponíveis em escala comercial e são atualmente uma fonte de energia em rápida expansão. Sua significativa penetração no mercado mundial pode ser sentida por sua taxa de crescimento média anual em torno de 17%, tanto em termos de produção quanto de vendas (BARBOSA et al., 1995). O desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica deve-se principalmente às aplicações encontradas na construção de naves espaciais, que requerem uma fonte de energia que seja leve e de longa duração. A produção de células solares vem crescendo, ao longo das últimas décadas, e o volume de vendas no mundo hoje é da ordem de 500 milhões de dólares.

O Brasil possui 90% das reservas mundiais economicamente aproveitáveis de silício. Este fato, aliado a uma indústria de componentes eletrônicos em expansão, pode levar o País a uma posição ímpar no desenvolvimento da tecnologia foto-

empregos, já que utiliza 12 a 14 homens/hora/gw ao ano contra 3 a 4 homens/hora/gw ao ano para a geração elétrica nuclear ou a carvão (BARBOSA et al., 1995). Além disso, pode-se considerar a existência de um importante mercado em potencial no País. Ainda assim, é improvável que um sistema fotovoltaico venha a ser usado como única fonte de eletricidade em uma rede de suprimento, porque isso implicaria em alto custo para armazenamento de energia ou em sobredimensionamento do sistema para que ele fornecesse a energia necessária, mesmo em tempo nublado.

5.1 - CUSTOS DAS CÉLULAS SOLARES

A maior disseminação do uso de células solares depende fundamentalmente da redução do custo, que tem sido notável, passando de cerca de



FONTE: POSTEL & FLAVIN, 1984; POSORSKI, 1996

voltaica (BARBOSA et al., 1995). Isto representa boas perspectivas, pois, além de suas muitas vantagens e de sua considerável difusão pelo mundo, o sistema fotovoltaico é importante para a geração de

Há diversos fatores que contribuem para o alto custo das células fotovoltaicas. Sua produção é intensiva em energia e requer também muita mão-de-obra especializada, notadamente na delicada operação de montagem manual de cada célula.

US\$30 por watt-pico (Wp), em meados da década de setenta, para cerca de US\$10, no início da década de oitenta, situando-se atualmente na faixa de US\$6 por Wp para sistemas de bombeamento de água.

Além disso, há também o custo dos materiais de apoio necessários para o funcionamento. A redução de custos depende de diversos fatores como métodos mais baratos para manufatura das células de silício, aumento da eficiência das células, inclusive pela utilização de materiais mais baratos como

o silício amorfo, que já vem sendo testado há cerca de quinze anos em laboratórios japoneses e americanos (POSTEL & FLAVIN, 1984).

Atualmente os geradores a diesel são a fonte mais comum de eletricidade e força motora em locais remotos. Eles apresentam a desvantagem de serem pouco confiáveis, caros e poluentes. As células solares, por sua vez, praticamente não requerem manutenção e são extremamente confiáveis e duradouras. A vida útil dos sistemas é superior a vinte anos, e os fabricantes oferecem garantias da ordem de dez anos.

Para a população de grande parte do semi-árido baiano o acesso à água se constitui no principal obstáculo à melhoria da qualidade de vida, o que torna indispensável a existência de algum sistema de bombeamento. Em locais próximos à rede, a água pode ser extraída com bombas elétricas. Em locais distantes da rede é freqüente o uso de bombas a gasolina, diesel, manuais e tração animal para a extração e transporte de água.

Não há nenhuma técnica que possa isoladamente satisfazer a todas as necessidades de bombeamento. FRAIDENREICH & VILELA (1994) fazem notar que as bombas manuais são ainda a opção mais difundida no Nordeste para obter água para o consumo humano já que as bombas diesel são, em geral, grandes demais para os níveis de demanda, o que faz com que funcionem com baixa capacidade de carga e baixa eficiência. Os principais elementos de comparação entre os sistemas de bombeamento são apresentados no quadro a seguir.

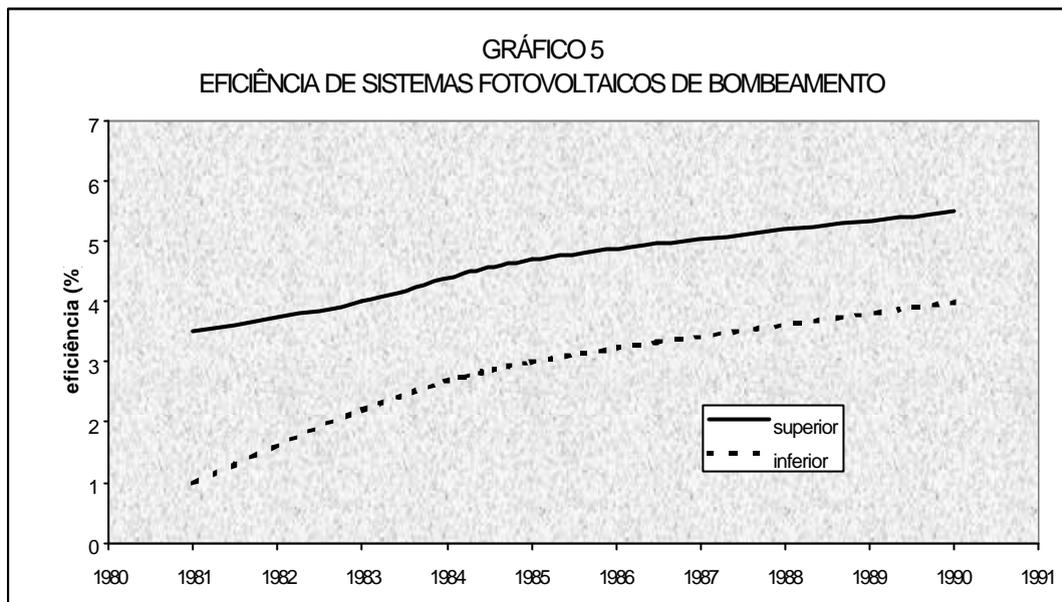
QUADRO 1
COMPARAÇÃO DE SISTEMAS PARA BOMBEAMENTO DE ÁGUA

Tipo de Bomba	Principais Vantagens	Desvantagens
Bomba Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo • Fácil manutenção • Limpeza • Não necessita combustível • Pode ser usada com poços cavados manualmente 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção constante • Baixo fluxo de água • Demanda tempo e energia que se poderia usar com maior produtividade em outras atividades
Bomba Solar	<ul style="list-style-type: none"> • Pouca manutenção • Limpo • Não necessita combustível • Fácil de instalar • Confiável • Grande durabilidade • Funciona sem supervisão • Poucos custos repetitivos • Sistema modular flexível que se adapta exatamente à demanda 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento inicial relativamente alto • Menor produção em climas com baixo recurso solar
Bomba Diesel	<ul style="list-style-type: none"> • Inversão de capital moderada • Pode ser portátil • Tecnologia muito conhecida • Fácil de instalar 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção inadequada reduz sua vida útil • Combustível caro e tende a ser irregular • Problema de ruído e poluição

FONTE: FRAIDENREICH & VILELA (1994).

Os geradores fotovoltaicos, por serem modulares, podem adequar proximamente à demanda por bombeamento, evitando a existência de capacidade ociosa. Sua instalação fácil e pouca necessidade de manutenção fazem deles uma excelente opção para povoados distantes, sem possibilidade

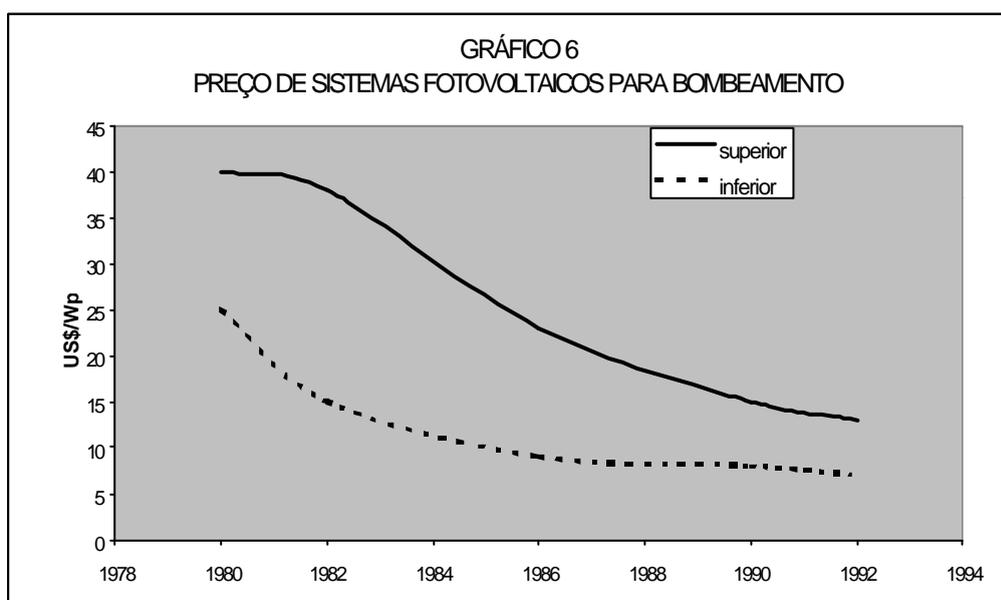
de assistência técnica especializada regular. O uso de células fotovoltaicas para bombeamento de água tem se mostrado mais competitivo em sistemas na faixa de 1000 a 1500 Wp. Sistemas maiores existem, mas operam em faixas onde as bombas a diesel têm bom desempenho.



FONTE: FRAIDENREICH & VILELA (1994)

Até o início da década de 1990, tinham sido instalados cerca de dez mil sistemas fotovoltaicos de bombeamento no mundo todo, sendo que metade deles permanece em atividade. Os países em desenvolvimento necessitam de três a quatro mil

desses conjuntos. O número de aplicações tem crescido rapidamente, possivelmente refletindo a redução de custos e o aumento da eficiência desses sistemas modulares.



FONTE: FRAIDENREICH & VILELA (1994)

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda um abastecimento de água de 40 litros/pessoa/dia para usos pessoais e alimentação em zonas rurais. Para uma comunidade de 500 pessoas isto representa 20 m³/dia. Tomando como referência um poço de 30 metros (nível dinâmico), o requisito pode ser perfeitamente atendido por um sistema fotovoltaico.

Uma instalação fotovoltaica típica, com capacidade de altura dinâmica de 30 m, custa cerca de US\$ 20 mil (metade do custo do sistema de bombeamento), sendo 50% correspondente ao gerador fotovoltaico. Este valor duplica, se forem incluídos custos do sistema de armazenagem e distribuição.

O custo do sistema é tal que, em média, não há grande diferença em relação ao de sistemas a diesel, isto é, da ordem de US\$ 0,50/m³. A vantagem do sistema fotovoltaico é a confiabilidade. Estudos recentes estimaram em 30 mil horas o tempo médio entre falhas para um sistema fotovoltaico, enquanto que para sistemas a diesel e manuais este valor é da ordem de 1500 horas (BARLOW, McNELLIS & DERRICK apud FRAIDENREICH & VILELA, 1994).

Células solares se prestam particularmente para o bombeamento de água, já que a maior necessidade de água ocorre justamente quando é grande a intensidade de energia solar incidente (BARLOW, McNELLIS & DERRICK apud FRAIDENREICH & VILELA, 1994).

A difusão dos sistemas fotovoltaicos vem crescendo gradualmente, à medida que o avanço da tecnologia de produção das células aumenta a eficiência e reduz custos. O preço médio dos sistemas fotovoltaicos de bombeamento situa-se atualmente em torno de US\$6,50/Wp, o que representa uma redução de 67% em relação aos US\$20/Wp de vinte anos atrás. A eficiência média dos sistemas também evoluiu, sendo hoje da ordem de 4 a 5%, comparados com 1 a 3% no início da década de oitenta (FRAIDENREICH & VILELA, 1994).

As condições favoráveis à aplicação dos sistemas fotovoltaicos de bombeamento são bastante específicas. Eles não se apresentam como competidores diretos de bombas manuais, bombas elétricas ligadas à rede ou grandes motores diesel. Sua

aplicação se mostra mais viável na faixa de potência de 0,7 a 4 kW, altura de bombeamento média de 50 m, e níveis diários de insolação acima de 5 kWh/m². Dentro desta faixa, os sistemas podem suprir água para populações de até duas mil pessoas (POSORSKY, 1996).

5.2 - PROJETOS EXISTENTES

Ao analisar o quadro nacional das iniciativas de energia solar, SOLIANO (1995) faz notar que, a despeito do interesse despertado durante alguns anos, a partir de meados da década de setenta, houve uma retração nas iniciativas ao final da década de oitenta, decorrente, em grande parte, da queda dos preços do petróleo no mercado internacional. Com a retomada de ações de guerra na região do Golfo Pérsico, ao início da década de noventa, houve um ressurgimento do interesse em energia solar, que levou à celebração de diversos acordos internacionais para a implantação de projetos de demonstração, reunindo governos locais, concessionárias elétricas e universidades.

Durante a Rio-92, foi firmado convênio entre o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL) e um laboratório do governo americano, o National Renewable Energy Laboratory (NREL), visando à iluminação de escolas e vilas no interior dos Estados, em parceria com diversas concessionárias, entre elas a COELBA. O interesse em instalações fotovoltaicas levou à criação do Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (GTEF), com o propósito de produzir manuais com as informações básicas e levantar dados solarimétricos.

Na Bahia, a COELBA vem desenvolvendo um projeto piloto, em colaboração com o Departamento de Energia dos EEUU (USDOE) e com o CEPEL, com o objetivo de estudar a viabilidade técnico-econômica da utilização de energia solar fotovoltaica, para diferentes usos, em áreas favoráveis do Estado da Bahia. O governo americano, com o objetivo de criar novos mercados para aplicação dessa tecnologia, doa ao CEPEL os equipamentos básicos necessários à implementação do projeto (módulos, controladores de carga, inversores e bombas) e este se responsabiliza por sua distribuição dentro do País. O governo da Bahia e a COELBA são responsáveis por viabilizar os recursos para a compra dos materiais complementares

(disjuntores, fiação, baterias etc.), instalação, cadastramento e treinamento dos usuários, que devem estar organizados em associações – o processo de organização da comunidade inicia-se com reuniões para identificação de lideranças e pessoas em condições de participar da gestão do sistema.

A participação da comunidade é indispensável. No caso da iluminação, a gestão do sistema é necessariamente local, devido ao próprio modelo descentralizado de fornecimento (isto é, independente da rede elétrica convencional), sendo tarefa básica da associação de usuários. Contudo, a participação individual é imprescindível no controle direto de cargas resistivas (chuveiros, ferro e forno elétricos), às quais o sistema apresenta restrições. Os fundos para manutenção do sistema provêm da própria comunidade. Esta é uma característica particular do sistema fotovoltaico, já que seu baixo custo de manutenção torna o custeio coletivo acessível, mesmo em comunidades de baixa renda.

No caso do bombeamento, as prefeituras municipais, em convênio com a COELBA, responsabilizam-se pela manutenção e reposição (quando necessárias) dos sistemas instalados em equipamentos comunitários e poços tubulares. As reposições referentes às instalações hidráulicas dos poços são de responsabilidade da Companhia de Engenharia Rural da Bahia (CERB).

O projeto prevê a instalação de sistemas fotovoltaicos em domicílios, escolas, creches, postos de saúde, igrejas, poços artesianos e propriedades rurais para usos produtivos: piscicultura, irrigação e cerca elétrica. A COELBA iniciou a seleção a partir de um universo de 2900 localidades não eletrificadas anteriormente cadastradas, resultando num grupo de 150 localidades.

Na Bahia, foram priorizados os usos produtivos da energia fotovoltaica, particularmente o bombeamento de água e criatório animal, dos quais citamos dois exemplos típicos. O primeiro experimento com bombeamento de água foi feito em Ibotirama, no interior da Bahia, com uma unidade de bombeamento de 420 Wp instalada há mais de dez anos e operada pelo proprietário que, em decorrência da nova tecnologia, elevou sua renda aproximadamente três vezes com relação à de produtores vizinhos. A aplicação em criatórios mostrou-se especialmente eficaz na eletrificação de

cercas para confinamento de caprinos, desenvolvida pela APAEB, em Valente, que hoje tem cerca de noventa famílias engajadas no uso de painéis fotovoltaicos (SOLIANO, 1995).

Um exemplo mais recente pode ser encontrado em Capim Grosso, onde a Associação dos Horticultores da Fazenda do Rio do Peixe obteve financiamento e implantou um sistema fotovoltaico de bombeamento de água para irrigação de um hectare no qual trabalham cinco famílias, obtendo bons resultados no plantio de batata-doce, abóbora, quiabo, repolho, tomate, milho, feijão de corda e maxixe (MILHO..., 1996).

6 - CONDIÇÕES FAVORÁVEIS À TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Existe hoje um conjunto de condições favoráveis para a disseminação do uso de células solares, principalmente no que diz respeito à ausência de barreiras institucionais e financeiras. Ainda assim esta disseminação não ocorre da forma esperada. É preciso amadurecer as experiências já existentes com fundos rotativos de financiamento através de cooperativas locais, como forma de superar as barreiras culturais, gerenciais e financeiras dos mecanismos de repasse e agilizar o acesso do usuário final ao recurso. Existem linhas de financiamento que fazem com que os painéis sejam acessíveis às comunidades, mas isto em si não é suficiente - alguns experimentos darão certo, isto é, serão incorporados pela comunidade, e outros não, serão abandonados.

As experiências acumuladas em grande número de projetos semelhantes em diversos países apontam o fator social como principal condicionante do sucesso na implantação dos sistemas elétricos baseados em energia solar fotovoltaica. A transferência e assimilação de tecnologia de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água exige da comunidade beneficiada um esforço de organização em torno do novo meio de produção. As atividades de operação e manutenção, embora simples, dependem da participação organizada de todos os interessados no funcionamento do sistema.

Sistemas descentralizados de bombeamento são extremamente compatíveis com a aplicação de células solares. Suas vantagens específicas em comparação com outros sistemas competitivos, dependem das condições particulares de cada aplicação. Há evidência de que os módulos fotovoltaicos raramente apresentam problemas técnicos, sendo os inversores os componentes mais suscetíveis a defeitos.

Uma comparação econômica internacional entre sistemas fotovoltaicos e outros sistemas de bombeamento tomou como critério a investigação do suprimento de água em comunidades rurais onde não havia eletricidade e com demanda de água aproximadamente constante. Nos casos de uma baixa demanda, em termos de custo, as bombas manuais mostram-se mais interessantes. Contudo, em vilas de 500 a 1000 habitantes, bombas fotovoltaicas e a diesel competem. Os custos de investimentos para as células solares são mais altos do que os de sistemas a diesel, mas o mesmo não ocorre com os custos correntes (manutenção, reparo, gastos em pessoal), que são menores para os sistemas fotovoltaicos (POSORSKY, 1996). Os custos correntes das bombas a diesel chegam a 54% do total, devido aos elevados gastos com manutenção e reparo. Os custos com combustível são de apenas 7%, o que mostra uma pequena influência nos preços do mesmo no fator de competitividade em relação aos fotovoltaicos.

Em linhas gerais pode-se afirmar que os sistemas fotovoltaicos revelam-se:

- Tecnicamente vantajosos: se for garantido um alto fator de utilização; e o sistema for bem dimensionado; a demanda (KW) for baixa;

- Organizacionalmente vantajosos: se as localidades forem remotas; se houver dificuldade para manutenção e suprimento de bombas a diesel; se a comunidade puder assumir as tarefas de operação; e se os custos de estocagem em tanques puderem ser mantidos baixos pela participação da comunidade nos trabalhos de construção;

- Financeiramente vantajosos: se estiverem disponíveis razoáveis condições de crédito; e se não houver altas alíquotas de importação para os sistemas fotovoltaicos.

A experiência na implantação de sistemas fotovoltaicos em comunidades rurais de diversos países ressalta o papel decisivo dos aspectos sociais como condicionantes do êxito do processo de transferência de tecnologia. Ao analisar a importância dos aspectos sociais, CERNEA (1993) identifica os blocos que formam a organização social como sendo:

- Os próprios atores sociais
- Contrato que rege as ações entre usuários no próprio local e as autoridades distantes.
- Os sistemas culturais que conferem direito aos recursos (posse, usufruto, e custódia).
- Os sistemas de autoridade e os mecanismos executivos.
- Organizações de produtores.
- As redes de intercâmbio de mão-de-obra
- Sistemas de crenças e valores.

Segundo esse estudo, o descuido desses fatores sociais tem sido o maior responsável de insucesso na implantação de sistemas fotovoltaicos em comunidades rurais. A falta de organização formal da comunidade é apontada como causa principal da incapacidade de mobilização do potencial de produção nas comunidades rurais. Para superar esta limitação é indispensável fortalecer as organizações formais existentes e, na ausência destas, promover a organização como condição para a incorporação da tecnologia fotovoltaica. Caberia portanto ao Estado e à concessionária avaliar o grau de capacidade gerencial dos usuários, reconhecer as organizações locais e, na ausência destas, promover a estruturação institucional da comunidade. Em experiências passadas foram diversos os projetos cujos equipamentos acabaram simplesmente abandonados por falta de um investimento adequado na organização local. A tecnologia representa um potencial físico de produção que só pode ser realizado se incorporar os padrões locais de organização social.

Conforme ressaltado por POSORSKY (1996) ao relatar diversas experiências internacionais, é mais fácil instalar um sistema de abastecimento de água do que mantê-lo funcionando. A introdução de uma nova tecnologia na realidade social de comunidades rurais não pode ser abordada simplesmente com visão técnica. Ela é uma atividade soci-

al e como tal requer trabalho de preparação prévio para as atividades do projeto. A negligência deste aspecto leva a baixa satisfação das demandas do usuário e a grande probabilidade de fracasso do projeto. É fundamental que no âmbito da aplicação do projeto sejam feitas atividades participativas e educacionais para reforçar as estruturas comunitárias locais capazes de gerenciar seus sistemas de água e introduzir uma forma socialmente aceitável de pagamento pela água, que permita à comunidade cobrir pelo menos os custos de operação.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto da pequena agricultura no semi-árido parece oferecer condições favoráveis aos fotovoltaicos do ponto de vista técnico e também financeiro, já que existe crédito em termos preferenciais para este tipo de equipamento. O que fica a ser esclarecido no curso de vida dos sistemas recentemente instalados, é se as condições sociais de organização poderão ser realizadas em vista do baixo nível de organização formal e da educação precária da população do semi-árido. Algumas das características gerais da população atendida foram sintetizadas num diagnóstico de sistemas fotovoltaicos instalados em Pernambuco e no Ceará (BARBOSA, et al., 1996):

- A maioria dos usuários do sistema eram casados e tinham família. Possuíam baixa formação escolar (primário incompleto) e muitos eram analfabetos. A maior parte das crianças com mais de sete anos estudavam e trabalhavam com seus pais.
- A maioria das famílias entrevistadas tinham na agricultura sua principal fonte de renda. Cerca de 30% ganhavam entre meio e um salário mínimo (US\$ 100 na época) através de pensões ou trabalhando como agentes de saúde e professores, sobretudo as mulheres.
- Cultivo baseado numa agricultura de subsistência de poucos recursos incluindo milho, feijão, arroz e mandioca. A criação de animais limita-se a porcos e caprinos.
- As famílias têm de 5 a 10 crianças e 93% dos usuários são proprietários de suas casas e de pequenas propriedades rurais nas quais têm suas gerações nascido e vivido por 20 a 80 anos.
- O suprimento hídrico é normalmente feito pelo carregamento por mulheres e crianças, da água retirada de pequenas barragens. Antes da eletrificação fotovoltaica utilizavam, para 3 a 4 horas de iluminação, cerca de 1 a 5 litros de querosene por semana e por família.

A investigação sob o prisma da competitividade pode levar, num primeiro momento, a considerar energia como um elemento de infraestrutura e, portanto, um fator sistêmico, juntamente com transporte e comunicação. Esta seria a tendência natural, decorrente da concepção tradicional de energia enquanto insumo proveniente de grandes sistemas centralizados que incluem refinarias, usinas de transformação e redes de transmissão e distribuição. Num segundo momento, no entanto, nota-se que a simples inclusão nesta categoria seria insuficiente para descrever o possível impacto da energia solar fotovoltaica sobre as condições de vida no semi-árido. Na medida em que implica na produção “descentralizada” de eletricidade, a incorporação de células solares tem repercussões sobre o modo de produção e sobre a própria forma de organização da sociedade local (um outro fator sistêmico) porquanto exige o envolvimento direto de todos os usuários sobre a decisão pelo uso da tecnologia (fator interno) e sobre as qualificações exigidas dos usuários (outro fator interno) para se habilitarem a utilizar a nova tecnologia de energia.

Vista dessa forma, o uso de eletricidade a partir de células solares na pequena agricultura deixa de ser apenas um fator de crescimento econômico para constituir-se também num fator de desenvolvimento social. A eletricidade aplicada à irrigação é portanto um fator condicionante da competitividade tanto no sentido mais restrito (aumento de produtividade), quanto no sentido mais amplo (melhores condições de vida). Embora em menor escala, eletricidade também é fator de competitividade enquanto instrumento de melhores serviços domésticos, principalmente iluminação, que representa tanto a possibilidade de leitura (educação) após a jornada de trabalho, bem como o acesso (muitas

vezes apenas virtual) às possibilidades de consumo da sociedade urbana. Neste sentido, posto que consegue, quando não eliminar, amenizar a velha e não mais aceita dicotomia campo-cidade (no que se refere a padrões de vida e consumo), a eletricidade produzida por células solares torna-se um fator de redução do movimento migratório para os centros urbanos.

ABSTRACT:

Scarcity of water is among the fundamental causes of the poverty that besets the rural population in the Bahian savannah, notably the small producers, thus adding pressure to the migratory movement toward urban centers. Irrigation is admittedly essential in order to attenuate the condition of poverty, but is often inaccessible due to the lack of adequate energy supply. In this context, solar energy converted in electricity by photovoltaic cells is a viable alternative in small and remote communities, and offers conditions for increased competitiveness of family-scale agriculture.

KEY WORDS:

Semi-Arid; Familiar Agriculture; Solar Energy; Irrigation; Competitiveness.

8 – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BARBOSA, E.M. de S. et al. **Photovoltaic electrification: social and technical diagnostics of systems installed in the Northeast of Brazil after one operating year.** Recife: UFPe, 1995.
- BARLOW, R. McNELLIS, B., DERRICK, A. **An introduction and update on the technology, performance, costs and economics.** World Bank, 1993. (Relatório Técnico, 168) *apud* FRAIDENREICH, N., VILELA, O.C. Sistemas de bombeamento fotovoltaico para abastecimento de água em comunidades rurais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS, Cajamarca, Peru, 1994. **Anais...**, Cajamarca, 1994.
- BNB financia fabricação de equipamentos. **Informe CRESESB**, a. 2, n. 1, p. 4, jun. 1996.
- CEPEL. **Diretrizes e plano de ação para o desenvolvimento de energias renováveis solar, eólica, e biomassa no Brasil.** Brasília, 1995. Foro Permanente das Energias Renováveis.
- CEPEL. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos.** Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica, 1995.
- CERNEA, Michael M. Como os sociólogos vêm o desenvolvimento sustentável. **Finanças e Desenvolvimento**, p. 11-13, dez. 1993.
- COUTINHO, Luciano, FERRAZ, João Carlos. **Estudo de competitividade na indústria brasileira.** São Paulo: Papirus, 1995.
- BAHIA. Secretaria de Planejamento Ciência e Tecnologia do Estado. **Impacto da irrigação na Bahia.** Fundação Centro de Projetos e Estudos, 1994.
- _____. **Potencial de energia solar no Estado da Bahia.** Salvador, 1979.
- BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais. **Dinâmica demográfica da Bahia: mudanças recentes.** Salvador, 1996. (Estudos e Pesquisas, 29).

- FRAIDENREICH, N., VILELA, O.C. Sistemas de bombeamento fotovoltaico para abastecimento de água em comunidades rurais. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS, Cajamarca, Peru, 1994. **Anais...**, Cajamarca, 1994.
- IBGE. **Anuário estatístico 1992**. Rio de Janeiro, 1999.
- IBGE. **Anuário estatístico 1995**. Rio de Janeiro, 1996.
- FAO. **Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável** 1996. Versão resumida do relatório final do projeto UTF/BRA/036.
- INFORME PED. Salvador: SEI, a. 1, n 8, dez. 1997.
- KHAN, Ahmad, CAMPOS, Robério. Efeito das secas no setor agrícola do Nordeste. In: GOMES, Gustavo Maia (Org.), SOUZA, Hermino Ramos de (Org.), AGUIAR, Antonio Rocha (Org.). **Desenvolvimento sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA, 1995.
- MILHO, quiabo, feijão de corda, um novo alento para o povo de sertão. **Informe CRESESB**, a. 2, n. 1, p. 7, jun. 1996.
- POSORSKY, R. **Photovoltaic water pumps : an attractive tool for rural drinking water supply**. Denver: Eldorado Summer School, 1996.
- POSTEL, Sandra, FLAVIN, Richard. Developing renewable energy, in lester brown. In: BROWN, Lester et al. **State of the world**. Washington, D.C.: Worldwatch Institute, 1984.
- REBOUÇAS, Aldo C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, USP, v. 11, n. 29, jan./abr. 1997.
- SOLIANO, Osvaldo. Energias renováveis: aplicações comunitárias e produtivas. **Informe CRESESB**, a. 2, n. 1, p. 2, 1996.
- SOLIANO, Osvaldo. A experiência nacional na disseminação de energias renováveis solar e eólica. **Informe CRESESB**, a. 1, n. 1, p. 1-8, set. 1995.
- SOUZA, Hermino Ramos. Agricultura irrigada no semi-árido nordestino. In: GOMES, Gustavo Maia (Org.), SOUZA, Hermino Ramos de (Org.), AGUIAR, Antonio Rocha (Org.). **Desenvolvimento sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA, 1995.
- TEIXEIRA, Francisco Lima Cruz. **Breve referencial teórico sobre competitividade**. Universidade Federal da Bahia, [19--].