

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA (IICA)
REPRESENTAÇÃO DO IICA NO BRASIL

SÉRIE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

Agroenergia e Desenvolvimento de Comunidades Rurais Isoladas

VOLUME 7

Organizadores da Série
Carlos Miranda e Breno Tiburcio

Autores
Sergio Sepúlveda
John Wilkinson
Breno Tiburcio
Selena Herrera

1ª Edição

Brasília - novembro/2008

© Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA)
1ª Edição: 2008

Direitos reservados desta edição:
Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura

Distribuição:
Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA
SHIS QI 3, Lote “A”, Bloco “F” – Centro Empresarial Terracotta – Lago Sul
CEP: 71.605-450
Tel: (61) 2106 5477
Fax: (61) 2106 5459

O IICA promove o uso justo deste material, pelo que se solicita sua respectiva citação.

Esta publicação também está disponível em formato eletrônico (PDF) no sítio web institucional
<http://www.iica.int>

Coordenação editorial: Carlos Miranda
Revisão/copidesque: Marco Aurélio Soares Salgado
Capa e diagramação: Fabiane de Araújo Alves Barroso
Leiaute da capa: Patrícia Porto, com foto de Rodrigo Germano/Arquivo IICA

Sepúlveda, Sergio.

Agroenergia e Desenvolvimento de Comunidades Rurais Isoladas / Carlos Miranda, Breno Tiburcio (organizadores); Sergio Sepúlveda ... [et.al] (autores) -- Brasília: IICA, 2008. (Série Desenvolvimento Rural Sustentável; v. 7)
268 p.; 15 x 23 cm

ISBN 13: 978-92-9039-960-5

1. Desenvolvimento rural 2. Bioenergia 3. Comunidades Rurais 4. Brasil I. Wilkinson, John II. Tiburcio, Breno III. Herrera, Selena IV. IICA V. Título

AGRIS
E50

DEWEY
307.72

APRESENTAÇÃO

Com esta publicação, o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) promove o lançamento do volume 7 da *Série Desenvolvimento Rural Sustentável (Série DRS)*, enfocando a temática **Agroenergia e Desenvolvimento de Comunidades Rurais Isoladas**. A iniciativa é também uma atividade do Fórum Permanente de Desenvolvimento Rural Sustentável (Fórum DRS), organizado e coordenado pelo IICA.

A idéia deste livro surgiu durante as tratativas iniciais de cooperação técnica do IICA com o *Programa Luz para Todos (LpT)*, do Ministério de Minas e Energia (MME), e culminou com o processo, implementado no 2º semestre de 2007, que teve como propósito gerar um debate estruturado sobre fontes alternativas de energia como instrumento de inclusão social e do desenvolvimento sustentável de áreas rurais isoladas.

Apesar dos avanços logrados pelo Governo Federal na execução do LpT, a justificativa para a divulgação de um trabalho como este persiste na preocupação com a garantia da universalização do acesso à energia elétrica e à sustentabilidade dos projetos em execução, baseados em fontes renováveis, especialmente nas regiões brasileiras Norte e Nordeste.

Para tentar dar resposta aos desafios existentes, foi necessário organizar um conjunto de atividades de gestão do conhecimento sobre o tema, visando intercambiar experiências, percepções e propostas dos agentes públicos e atores sociais envolvidos. O IICA estruturou, então, com o apoio do programa LpT/MME e do Curso de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade (CPDA), um processo composto de cinco etapas.

Primeiramente, foram realizadas três jornadas temáticas sobre boas práticas de inserção da geração de energia na agricultura familiar em pequenas comunidades rurais.

Depois, foi promovido um debate virtual sobre o tema por meio do *site* do Fórum DRS. Essa etapa teve início em junho e se estendeu até o final do mês de setembro do ano de 2007. Seu produto foi apresentado em um seminário internacional realizado em outubro do mesmo ano, na forma de um relatório contendo a sistematização das opiniões.

Em terceiro lugar, o esforço concentrou-se na sistematização e na avaliação das boas práticas e das reflexões acadêmicas sobre o tema, estruturando-as em textos que subsidiaram as exposições e os debates no citado evento e que, certamente, contribuirão para a formulação de estratégias de integração da agroenergia na agricultura familiar em áreas isoladas.

Os dois últimos passos foram a realização do seminário internacional e, em seguida, a publicação de seus anais.

O conteúdo desta publicação contempla os resultados do conjunto dos trabalhos realizados nas cinco etapas acima mencionadas. Está estruturado em duas partes, dois anexos e um encarte. A primeira parte retrata o potencial da agricultura e dos territórios rurais para produzir bioenergia, contempla seus possíveis impactos sociais e ambientais e analisa distintos cenários para a produção de biocombustíveis.

A segunda parte apresenta o contexto global em que se inserem as ações no campo da agroenergia e uma discussão das políticas nacionais sobre bioenergia, das tecnologias comerciais disponíveis, da disponibilidade regional de matérias-primas e das tecnologias em desenvolvimento em diferentes entidades públicas e privadas. O capítulo final, que recebe o título de **conclusões e recomendações**, apresenta uma síntese das principais questões a considerar para a produção sustentável de energia em áreas isoladas, culminando com a proposição de algumas linhas de pesquisas sócio-econômicas e tecnológicas, com vistas a aprofundar e complementar os esforços realizados em 2007.

Finalmente, o livro oferece ao leitor dois anexos contendo as opções tecnológicas implementadas pela Eletronorte na Amazônia e um resumo de projetos de pesquisa desenvolvidos por centros de investigação e universidades. O encarte em anexo disponibiliza, por meio de DVD, todas as palestras e intervenções realizadas no seminário internacional.

Carlos Miranda

Especialista em Desenvolvimento Rural do IICA-BR
Organizador da Série DRS

PREFÁCIO PELO IICA

O Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura (IICA), como organismo de cooperação técnica, trata o tema da agroenergia com um enfoque sistêmico de desenvolvimento sustentável, o qual se fundamenta sobre diversas dimensões, tais como a sócio-cultural, econômica, política, tecnológica e ambiental. Nesta perspectiva, tenho a satisfação de apresentar mais um produto da cooperação do Instituto, esperando que seja uma contribuição importante para o *Programa Luz para Todos (LpT)*, do Ministério de Minas e Energia (MME), e, em especial, para a sociedade brasileira.

Na visão do Instituto, a incorporação da agroenergia, como um poderoso motor de crescimento, parece oferecer uma alternativa para resolver a situação da pobreza rural enfrentada por numerosos países do continente latino-americano. Ao mesmo tempo, pode ser a base para processos produtivos ambientalmente amigáveis.

Além disso, esta é uma opção que, por sua vez, oferece possibilidades de agregar valor *in situ* à matéria-prima produzida nos territórios rurais, gerar empregos e adotar inovações tecnológicas importantes.

Por essas razões, o IICA sente-se muito motivado para continuar contribuindo efetivamente com o *Programa Luz pra Todos* no processo de formulação e execução de políticas voltadas à geração de agroenergia pelas unidades de produção familiar nas comunidades rurais isoladas.

Finalmente, na qualidade de organismo internacional, o Instituto espera, ainda, colher, no Brasil, lições valiosas que possam ser úteis em outros países da região que tenham pequenas comunidades rurais isoladas e carentes de energia elétrica, como é o caso de outros países amazônicos e da comunidade andina.

Esta publicação é uma amostra daquilo que acreditamos ser uma relevante contribuição em termos de levantamento e sistematização de tecnologias, cujo potencial poderá apontar novos caminhos em matéria de aproveitamento energético não somente para o Brasil, mas também para outros países.

Carlos Américo Basco

Representante do IICA no Brasil

PREFÁCIO PELO MME

O Luz para Todos (LpT) é um programa de eletrificação rural do Governo Federal e tem se caracterizado pelo grande impacto positivo gerado na população do meio rural brasileiro. Até julho de 2008, já atendeu cerca de 1,6 milhão de domicílios, beneficiando mais de 8 milhões de brasileiros. O atendimento a essas famílias se deu, majoritariamente, por extensão de rede.

Esta publicação tem o propósito de tornar público o acervo de conhecimento acumulado e o “estado da arte” sobre a geração de energias alternativas como instrumento de inclusão social e de desenvolvimento sustentável de áreas rurais isoladas no âmbito do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – Luz para Todos.

O tema central do texto - e desafio atual do Programa - é levar a energia elétrica às comunidades isoladas, por meio da geração e distribuição descentralizadas, com base em fontes renováveis de energia disponíveis no local. As experiências e os aprendizados adquiridos com a implementação dos projetos-piloto de geração de energia renovável em áreas isoladas pelo LpT, relatadas e debatidas nos seminários embasaram boa parte das discussões que resultaram no presente texto.

Convém ressaltar, que o MME não endossa e nem se compromete com algumas tecnologias apresentadas na segunda parte deste livro, por serem consideradas ainda experimentais. Os dados e tabelas apresentados são de inteira responsabilidade dos autores.

Cabe enfatizar, também, que o LpT tem como proposta de intervenção, combater à pobreza rural, buscando interagir com outros programas sociais, entidades públicas e privadas, para que a energia elétrica seja um vetor de desenvolvimento. Nesse aspecto, a produção de biomassa para transformação em biocombustíveis e outras formas alternativas de geração de energia, adquirem um elevado papel estratégico, como instrumento de desenvolvimento local sustentável.

Com esse objetivo, o Ministério de Minas e Energia – MME firmou parceria com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA face à forma sistêmica e a visão de desenvolvimento sustentável com que este organismo de cooperação técnica internacional trata o tema da agroenergia, em geral, e dos biocombustíveis,

em particular. Para o MME, as diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável (sócio-cultural, econômica, política, tecnológica e ambiental) são essenciais para a construção de um projeto de cooperação que desenvolva estratégias de inclusão de áreas rurais isoladas no Programa LpT.

O Ministério de Minas e Energia sente-se honrado de participar com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura da parceria que resultou neste documento. Considera-se que o desenvolvimento sustentável dos territórios rurais pode ser significativamente dinamizado pela produção de biocombustíveis, desde que se adote um conjunto de medidas para harmonizar as políticas de promoção da agroenergia com as de desenvolvimento rural, em particular, a produção de alimentos.

Hélio Morito Shinoda

Diretor do Programa Luz para Todos

RESUMO

Esta publicação constitui o Volume 7 da Série Desenvolvimento Rural Sustentável, organizada e publicada pelo IICA – Fórum DRS. O livro, que focaliza a temática “Agroenergia e Desenvolvimento de Comunidades Rurais Isoladas”, está estruturado em duas partes, dois anexos e um encarte. A primeira parte reflete o potencial da agricultura e dos territórios rurais para produzir bioenergia e contempla os possíveis impactos sociais e ambientais. A segunda parte apresenta o contexto global em que estão inseridas as ações na área de agroenergia e, também, uma discussão sobre as políticas nacionais, tecnologias comerciais disponíveis e em andamento nos diferentes centros de pesquisas. Ao fim da publicação, uma série de recomendações para a produção sustentável de energia em áreas isoladas.

RESUMEN

Esta publicación constituye el volumen 7 de la Serie Desarrollo Rural Sostenible, organizada y publicada por el IICA - Foro DRS. El libro focaliza el asunto "Agroenergía y Desarrollo de Comunidades Rurales Aisladas". Está estructurado en dos partes, dos adjuntos y un panfleto. La primera parte refleja el potencial de la agricultura y de los territorios rurales para producir bioenergía, que contemplando también sus posibles impactos sociales y ambientales. En la segunda parte se presenta el contexto global donde se incluyen las acciones en el área de agroenergía, así como una discusión sobre las políticas nacionales, tecnologías comerciales disponibles y en marcha en los diferentes centros de investigación, concluyendo con una serie de recomendaciones para la producción sostenible de energía en áreas aisladas.

ABSTRACT

Agroenergy and the development of isolated rural communities is the 7th volume of the Sustainable Rural Development series, published by IICA – Fórum DRS. It offers two segments, two annexes and an insert. The first part portrays the potential of agriculture and rural territories in terms of bioenergy production, contemplating possible social and environmental impacts. The second presents the global context in which current agro energy developments are inserted, discussing national policies and commercial technologies currently tested in research facilities. The conclusion presents a series of recommendations for sustainable agro energy production.

SUMÁRIO

PARTE I: POTENCIAL DA AGRICULTURA E DOS TERRITÓRIOS RURAIS PARA PRODUZIR BIOENERGIA	17
Apresentação	17
Lista de tabelas e gráficos	19
1. INTRODUÇÃO	21
2. ELEMENTOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DOS TERRITÓRIOS RURAIS ..	25
2.1. O Enfoque Territorial do DRS	25
2.2. Adequação da Produção Primária como Primeiro Requisito	27
3. POSSÍVEIS IMPACTOS SOCIAIS E AMBIENTAIS	29
3.1. <i>Trade-Offs</i> Sociais e Ambientais	29
3.2. Perdas no Grau de Segurança Alimentar	30
3.3. Tendências Recentes nos Preços dos Alimentos e das Matérias-Primas para BC	31
3.4. Possíveis Impactos Ambientais: Uso e Acesso aos Recursos Naturais	36
3.5. Argumentos Ambientais a Favor da Produção de Bioenergia	38
3.6. Acesso à Posse da Terra: Requisito Estratégico	39
3.7. Da Produção de Energia ao Desenvolvimento Sustentável	40
4. ANÁLISE DE CENÁRIOS: A POSSÍVEL DINÂMICA DA MUDANÇA	43
4.1. Cenário de Curto Prazo (C1). BC: Mais Trabalho – Mais Segurança Alimentar. .	44
4.2. Cenário de Médio Prazo (C2): Papel Fundamental da Tecnologia	45
4.2.1. Fatores adicionais para a análise do C2	46
4.3. Cenário de Longo Prazo (C3): Modo de Produção Determinante da Distribuição	48
4.3.1. Considerações adicionais para E3	49
4.4. Potencial Endógeno dos Territórios	50
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	53
5.1. Além dos Biocombustíveis	53
5.2. Princípios Sugeridos para uma Política Equitativa de Biocombustíveis	54
5.3. Políticas e Algo Mais	55
6. BIBLIOGRAFIA	59
7. ANEXOS	63

Anexo 1. Evolução da produção e do consumo para a cana-de-açúcar e alguns cereais	63
Anexo 2. Evolução das importações e exportações e valor unitário das quantidades estandarizadas de cana-de-açúcar e de alguns cereais ..	67
Anexo 3. Preço ao produtor e as contas de fornecimentos e utilização da cana-de-açúcar	70

PARTE II: AGROENERGIA E DESENVOLVIMENTO DE COMUNIDADES RURAIS ISOLADAS 75

Agradecimentos	75
Lista de siglas	76
Lista de figuras	80
Lista de tabelas	82

APRESENTAÇÃO, INTRODUÇÃO E METODOLOGIA 83

1. AGROENERGIA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL NO BRASIL 87

2. POLÍTICAS SOBRE BIOCOMBUSTÍVEIS E A AGRICULTURA FAMILIAR 97

3. TECNOLOGIAS COMERCIAIS DISPONÍVEIS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA EM COMUNIDADES ISOLADAS 129

4. DISPONIBILIDADE REGIONAL DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E INICIATIVAS DE GOVERNO E DE EMPRESAS PRIVADAS NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA PARA BIOCOMBUSTÍVEIS 157

5. TECNOLOGIAS EM DESENVOLVIMENTO 173

6. RECOMENDAÇÕES DE LINHAS DE TRABALHO PARA VIABILIZAR A CONTINUIDADE DAS ATIVIDADES DE COOPERAÇÃO ENTRE O IICA E O MME ... 199

7. CONCLUSÃO GERAL 203

8. ANEXOS 209

Anexo 1. Opções tecnológicas implementadas pela Eletronorte para as comunidades isoladas da Amazônia 209

Anexo 2. Os projetos em curso 211

ENCARTE

Disco 1

Palestra 1 - Segurança Alimentar e Produção de Agroenergia

Painelistas: Sergio Sepúlveda – IICA
José Eurípedes – Embrapa
René de Carvalho – UFRJ

Disco 2

Palestra 2 - Impactos Ambientais da Produção de Agroenergia

Painelistas: Arnaldo Walter – Unicamp
Peter May – CPDA/UFRRJ

Disco 3

Palestra 03 - Desafios da Geração de Agroenergia em Áreas Isoladas

Painelistas: Gerson Harue Inoue – Consultor
Eduardo José Barreto – Consultor-LpT
Gonçalo Rendeiro – UFPA

Disco 4

Palestra 4 - Superando os Desafios da Geração de Agroenergia em Áreas Rurais Isoladas

Painelistas: Ricardo Vidinichi – Aneel
João Ramis - Eletrobrás

PARTE I

POTENCIAL DA AGRICULTURA E DOS TERRITÓRIOS RURAIS PARA PRODUZIR BIOENERGIA

Sergio Sepúlveda

S. Ph.D. e Diretor DRS IICA

APRESENTAÇÃO

O Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), como organismo de cooperação técnica, trata do tema da bioenergia com o enfoque sistêmico do desenvolvimento sustentável que, por definição, se fundamenta em diversas dimensões (social, econômica, política e ambiental). Nesse contexto, o Instituto lida com temas relacionados com políticas e comércio, inovação tecnológica, microempresas rurais, desenvolvimento de capacidades, agricultura familiar e ambiente.

O IICA busca promover uma discussão e um diálogo analítico equilibrado sobre os possíveis impactos positivos e negativos, assim como os cenários que poderiam se formar para a agricultura e os territórios rurais, devido à incorporação acelerada dos biocombustíveis (BCs). Esse tipo de análise cobre tanto o âmbito nacional como o hemisférico e se forma em instâncias institucionais públicas e privadas.

Dessa forma, o objetivo deste documento consiste em analisar as possíveis implicações da produção de biocombustíveis nos objetivos maiores do desenvolvimento rural: a coesão social e a coesão territorial. Para isso, se utilizam como base os princípios teóricos que guiam a proposta de Desenvolvimento Rural Sustentável Territorial, para avaliar seu potencial como motor de desenvolvimento em termos da criação de emprego, mudanças nos preços relativos e os possíveis impactos na produção de alimentos.

Agradeço a valiosa colaboração de Pedro Avendaño, Dagoberto Murillo e Hannia Zúñiga – assistentes de pesquisa – na preparação deste documento, que é um dos produtos do eixo de trabalho sobre motores de desenvolvimento de territórios rurais.

Sergio Sepúlveda

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1.	Possíveis impactos da produção de biocombustíveis na segurança alimentar	30
Tabela 2.	Custos comparativos de produção de biodiesel por tipo de matéria-prima (2006)	31
Gráfico A.1.	Brasil: área colhida de cana-de-açúcar e alguns cereais (1961-2006) – em milhares de hectares	63
Gráfico A.2.	Brasil: quantidade produzida de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1961-2006) – em milhares de toneladas	64
Gráfico A.3.	Brasil: rendimento por hectare na produção de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1961-2006) – em quilos por hectare	65
Gráfico A.4.	Brasil: quantidade de cana-de-açúcar e de alguns cereais dedicadas ao consumo (1990-2005) – em milhares de toneladas	66
Gráfico A.5.	Brasil: consumo de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1990-2005) – em quilos/calorias/dia por pessoa	66
Gráfico A.6.	Brasil importações: quantidades standardizadas de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1990-2005) – em milhares de toneladas	67
Gráfico A.7.	Brasil exportações: quantidades standardizadas de cana-de-açúcar e alguns cereais (1990-2005) – em milhares de toneladas	68
Gráfico A.8.	Brasil: valor unitário standardizado das importações de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1990-2005) – em US\$ por tonelada	69
Gráfico A.9.	Brasil: valor unitário standardizado das exportações de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1990-2005) – em US\$ por tonelada	69
Gráfico A.10.	Brasil: preço ao produtor de cana-de-açúcar (1991-2005) – em US\$ por tonelada	70
Gráfico A.11.	Brasil: preço ao produtor de cana-de-açúcar e área colhida (1991-2005)	71
Gráfico A.12.	Brasil: preço ao produtor de cana-de-açúcar e quantidade produzida (1991-2005)	71
Gráfico A.13.	Brasil: conta de fornecimento e utilização da cana-de-açúcar (1990-2005)	72
Gráfico A.14.	Brasil: utilização da cana-de-açúcar (2000-2005) – em milhares de toneladas	73

1. INTRODUÇÃO

Dessa colocação se retira o desafio fundamental: *harmonizar as políticas de promoção de BC com as políticas de DR*, de maneira que se minimizem as contradições e se estabeleça uma base produtiva que assegure objetivos de coesão social e viabilize a superação das carências dos territórios rurais.

Reconhece-se que os biocombustíveis (BCs) são parte da mesma equação de desenvolvimento dos alimentos e, portanto, em inúmeras situações, ambos terão um “conflito” de interesses. Não obstante, a revisão exaustiva de argumentos prós e contras leva a concluir o óbvio: a produção de biocombustível (BC), assim como muitos outros produtos, cuja matéria-prima provém da agricultura, e que já estão implantados, gerarão impactos (ambientais, sociais e econômicos) positivos e negativos, dependendo do marco jurídico, das políticas e das instituições de cada país¹, assim como de suas condições *edafoclimáticas* e dos modos de operação dominantes.

A incorporação de um poderoso motor de crescimento – como é o caso dos BCs – pareceria oferecer as opções para reduzir a situação de pobreza rural enfrentada por inúmeros países da região. Ao mesmo tempo, poderia ser a base para processos produtivos ambientais amigáveis. Esta é uma opção que, por sua vez, oferece possibilidades de agregar valor *in situ* à matéria-prima produzida nos territórios rurais, gerar empregos e adotar inovações tecnológicas importantes.

Com efeito, o dilema entre a produção de “energia ou comida” parece ser falso no caso do Brasil, País que conta com imensas reservas de terra agrícola e fontes de água supostamente inesgotáveis. Não obstante, esse dilema poderia não ser válido para outros países ou para certas regiões do Brasil. Com efeito, a fome no continente (e no mundo) não é problema nem de suficiente capacidade produtiva nem de falta de alimentos, tal como coloca Amartya Sen²: “*a fome e a desnutrição estão diretamente relacionadas com a falta de acesso dos milhões de pobres cujos rendimentos são insuficientes para abastecer seus lares com bens, sejam nacionais ou importados (...)*”.

¹ Sugere-se uma revisão dos casos da palma (para extração de óleo), da soja, do trigo, do abacaxi, das flores, entre outros, em países como Indonésia, Brasil, Paraguai, Argentina, Costa Rica e Colômbia.

² SEN, Amartya Kumar (2001). *Development as freedom*. Anchor books, New York.

Disso resulta a importância do papel desempenhado pela globalização e a articulação entre os mercados mundiais. Com efeito, é inegável que o incremento da demanda por matérias-primas e grãos na China e na Índia se tem feito sentir em todos os mercados, pressionando os aumentos de preços das matérias-primas de origem mineral, florestal e agrícola, por conseguinte, em seu abastecimento global.

A globalização está operando como um sistema de vasos comunicantes que condiciona qualquer processo de tomada de decisões e exige que se observem cuidadosamente as tendências dos mercados internacionais, especialmente nos casos da produção de alimentos e de energia.

O alerta deve ser feito para o médio e longo prazo, já que ambos os tipos de produção podem, em determinado momento, entrar em concorrência por fatores de produção (terra, água, mão-de-obra e capital) e gerar instabilidades nos mercados de alimentos e combustíveis, os quais, por sua vez, podem ter repercussões sociais e políticas.

Nesse contexto, a análise que se apresenta a seguir foca os biocombustíveis líquidos³, já que estes são produzidos principalmente a partir de matéria-prima que também é utilizada para a produção de alimentos e forragens. Por conseguinte, sua utilização poderia estabelecer uma concorrência por seu uso que, provavelmente, se refletiria em aumento de preços.

A essência deste documento se sustenta na hipótese de que o desenvolvimento sustentável dos territórios rurais pode ser significativamente dinamizado pela produção de BC no Brasil, sempre e quando se adote um conjunto de medidas para harmonizar as políticas de promoção de BC com as de desenvolvimento rural (DR). Isto é, coloca-se uma situação da perspectiva do potencial endógeno dos territórios rurais e a estupenda possibilidade que os BCs poderiam ter como motor para o crescimento e o desenvolvimento desses territórios.

É também possível conceber que a política de BC combine fins (objetivos) *energéticos e sociais*. Entretanto, essa aproximação ao problema requer uma engenharia institucional complexa, além de um árduo processo de ordenamento do setor de BC vinculado à agricultura familiar (AF). Há, pois, a importância de se entender que o sistema sócio-econômico requer tempo para se ajustar gradualmente às transformações dos processos produtivos.

3 Entre os biocombustíveis está o etanol (base *cana-de-açúcar*) e o biodiesel, que é um biocombustível sintético líquido que se obtém a partir de lipídios naturais como óleos vegetais ou gordura animal, mediante processos industriais de *esterificação e transesterificação*. Este é aplicado na preparação de substitutos totais ou parciais do diesel derivado de petróleo ou *gasóleo*. Ver <<http://en.wikipedia.org/wiki/Biodiesel>>.

O texto foi estruturado com as seguintes partes: depois dos parágrafos introdutórios, se apresenta como marco de referência os elementos mais importantes para a análise do desenvolvimento sustentável dos territórios rurais; na terceira parte, se estabelece uma discussão sobre os possíveis impactos distributivos – conseqüentemente na segurança alimentar – da incorporação massiva de BC e os possíveis dilemas entre a produção de BC e a produção de alimentos. A quarta parte centra-se numa análise de cenários para mostrar as vinculações entre BC e alimentos, e as tendências que poderiam ser geradas no médio e longo prazo. Por último, se apresentam algumas conclusões e recomendações sobre políticas, mecanismos institucionais e desenvolvimento de capacidades, entre outras.

2. ELEMENTOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DOS TERRITÓRIOS RURAIS

2.1. O Enfoque Territorial do DRS

‘Onde estamos e para onde queremos ir?’ Para uma resposta a contento, é preciso outro questionamento: ‘Como orientar a diversificação produtiva dos territórios rurais para que contribua para processos de desenvolvimento efetivamente sustentáveis?’

Princípios do DRS

- i) **Coesão social.** Processo integrador de diversos grupos sociais que busca fortalecer o tecido social por meio de atividades fundamentadas nas dinâmicas sócio-culturais.
- ii) **Coesão territorial.** É o processo integrador que busca fortalecer laços entre os diversos grupos com o território e entre territórios.

“O principal desafio ético da sociedade brasileira é eliminar a fome e a miséria do seio de nosso povo. O desafio social é livrar da pobreza quase um quarto da população, estabelecendo mecanismos de estímulo a uma inclusão digna no processo de desenvolvimento do Brasil”, conforme argumenta Duncan⁴. Ele enfatiza que “não é possível imaginar que tamanho desafio será vencido repetindo as fórmulas do passado, que responderam insuficientemente a alguns setores ou regiões. O Brasil precisa aproveitar as oportunidades para alterar efetivamente os velhos paradigmas orientados para a concentração de ativos e de rendas, para superar a exploração irracional dos recursos naturais e para a discriminação das oportunidades”.

⁴ DUNCAN A. GUIMARÃES, Marcelo (2003). *Referências para um programa territorial de desenvolvimento rural sustentável*. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável (Condrap). Brasília, Brasil (p. 2).

No contexto anterior, cabe lembrar que inúmeros territórios rurais sofrem de deficiências de capital humano, capital social e capital natural, o que gera brechas rural-urbanas e assimetrias sociais, econômicas e políticas que os colocam em situações de desvantagem permanente. A população em alguns desses territórios apresenta fortes laços de enraizamento e identidade, motivando práticas coletivas de uso da terra e de alguns processos produtivos que, de alguma maneira, são mecanismos de compensação de suas carências físicas.

Apesar de suas carências, alguns dos territórios contam com o potencial *edafoclimático* para produzir BC. São precisamente essas carências que colocam o maior desafio à criatividade de todos os atores envolvidos, com o fim de transformar esse potencial em realidade e transmutar um círculo vicioso num círculo virtuoso.

Os atores também enfrentam limitações qualitativas de solos e de água (semi-árido) ou se assentam em ricos sistemas agroecológicos frágeis (Amazônia), o que, em ambos os casos, dificulta os processos produtivos alienígenas. Nesse sentido, Duncan⁵ coloca, referindo-se ao processo de formulação de políticas públicas, que se deve “(...) reconhecer a importância da agricultura familiar e do acesso a terra como dois elementos cruciais para enfrentar a raiz da pobreza e da exclusão social no campo. Mas também se trata de compreender que uma nova ruralidade está se formando a partir das múltiplas articulações intersetoriais que ocorrem no meio rural, garantindo a produção de alimentos, a integralidade territorial, a preservação da biodiversidade, a conservação dos recursos naturais, a valorização da cultura e a multiplicação das oportunidades de inclusão”.

Nessa mesma linha de argumentação, pode-se afirmar que o desafio principal não é “energia versus comida”, mas como a produção de BC se potencializa para dinamizar a economia (a sociedade) dos territórios rurais com base nos princípios colocados nos tópicos anteriores.

Trata-se, portanto, de formular soluções – com a população rural – que permitam superar as carências, o isolamento (estradas e comunicações), o acesso insuficiente aos serviços sociais e de apoio à produção, o uso eficiente dos recursos naturais e, ao mesmo tempo, que se estabeleçam novas fontes de emprego e renda provenientes da cadeia de BC.

Em síntese, os argumentos pró e contra a produção de BC para a diversificação da economia rural devem se situar na perspectiva do desenvolvimento dos territórios rurais, com o objetivo de proporcionar coerência a uma proposta de desenvolvimento cujos motores de crescimento gerem emprego e renda rurais, como pilares para a

⁵ Idem, *ibidem*.

coesão social e territorial que contribuam para melhorar a qualidade de vida das populações rurais no longo prazo – entendendo que a segurança alimentar é um componente crucial desta.

Nesse contexto, a produção de BC deve ser vista como uma oportunidade extraordinária para promover o desenvolvimento sustentável dos territórios rurais, gerando opções para que estas se vinculem a mercados dinâmicos e instituem novas bases para sua estabilidade econômica.

2.2. Adequação da Produção Primária como Primeiro Requisito

Os argumentos sobre o BC como motor de desenvolvimento para territórios rurais e a agricultura familiar (AF) se sustentam em princípios simples: i) adequação do tipo de cultivo à lógica da AF; ii) adequação da inovação tecnológica às características da AF e ambientais; iii) promoção de escalas de produção, considerando as características sociais da AF às condições ambientais dos territórios rurais e às condicionantes econômicas de cada empreendimento.

Levando em conta os citados princípios, coloca-se, em primeiro lugar, a necessidade de promover aqueles cultivos cujas características de produção, tradição cultural e potencial de uso sejam compatíveis com a lógica da AF. Entretanto, essa opção não implica limitar a AF só à produção desses cultivos, mas orientar uma estratégia de produção de BC da AF com base numa matriz de transformação produtiva gradual. Exemplos desse tipo de cultivo são a mamona e o babaçu.

Mamona (*Ricinus communis L.*): um caso paradigmático. A mamona é um cultivo da AF nordestina por excelência. Por suas características, história de cultivo, adaptação ao meio, modos de produção e potencial, tem capacidade para ser incorporada em maior escala como eixo produtivo para BC. Com efeito, há três anos o pesquisador José Roberto Rodrigues Peres, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), enfatizava o potencial da mamona como um dos pilares para promover “profundas transformações no agronegócio brasileiro”, especialmente no que se refere à AF. Acrescentou, ainda, que o Nordeste poderia incorporar mais de três milhões de hectares de mamona, com uma produtividade média de 1,2 tonelada e com um teor de óleo de pouco menos de 50%.

Com efeito, o pesquisador argumenta que a mamona é um desses cultivos que se ajustam às características sócio-econômicas da AF, já que pode ser plantada em consórcio com cultivos comestíveis como o feijão. Esse sistema integrado de produção poderia gerar renda líquida de cerca de US\$ 200 por hectare (ha). Além

disso, Rodrigues realizou uma extrapolação e concluiu que se o Nordeste optasse por produzir B5⁶, seriam necessários 270 milhões de litros de óleo de mamona por ano, o que requereria a incorporação de 600 mil hectares à produção e permitiria o assentamento de cerca de duzentas mil famílias de agricultores.

Evidentemente, existe uma bateria de cultivos (sequeiros ou irrigados) que poderiam ser produzidos e cultivados, em consórcio com a cana-de-açúcar, para gerar biodiesel naquela região – o amendoim, por exemplo.

Babaçu: a palmeira milagrosa. Assim como a mamona no Nordeste, a palmeira do babaçu⁷ (*Orbignya oleifera*) é outro caso perfeito que se adapta à lógica da produção e reprodução da AF em zonas de mata do Maranhão e do Piauí. Essa palmeira é uma fonte nativa de óleo e cobre mais de 17 milhões de hectares de matas nos estados do Maranhão e Piauí. Sua extraordinária importância para a AF radica no fato de que todas as partes da planta podem ser aproveitadas (raiz, fruto, folhas, etc.).

Segundo Portilla⁸, o babaçu desempenha um papel fundamental para milhares de mulheres rurais organizadas em pequenas associações para aproveitar cada um dos subprodutos da palmeira milagrosa.

A adequação – em duas mãos – não só da produção primária, mas dos outros elos da cadeia de BC na AF é também um requisito. Isto é, os produtores devem se preparar para operar escalas maiores e mais complexas, ao mesmo tempo em que os tipos de processos de transformação, sua escala, suas tecnologias e seus processos de distribuição devem ser adaptados à AF.

Nessa linha de argumentação, faz-se necessário promover processos graduais de incorporação da AF aos encadeamentos produtivos de BC, não só na etapa de produção de biomassa, mas também nas etapas de transformação e de comercialização.

6 B5: mistura de 5% de biodiesel e 95% de gasolina.

7 <<http://www.britannica.com/eb/topic-47367/babassu-palm>>.

8 PORTILLA, Melania (2005). *Gestão social do território: experiências no Estado do Maranhão*. IICA. Brasília, Brasil.

3. POSSÍVEIS IMPACTOS SOCIAIS E AMBIENTAIS

O processo de adoção de BC como motor de desenvolvimento ocasionará impactos positivos e negativos, assim como ganhadores ou perdedores, gerando mudanças no nível de bem-estar social difíceis de medir e ainda mais complexas de prever. Tudo isso, à luz da complexa matriz de fatores que condicionam tal processo, entre os quais: i) estrutura de posse da terra; ii) aproveitamento racional dos sistemas ecológicos em conformidade com suas capacidades de uso; iii) políticas de desenvolvimento dos territórios rurais com objetivos claros de coesão social e territorial; iv) modos de produção “eqüitativos” e arranjos internos (cooperativas, associações de produtores, estruturas mistas, coletivas, comunais – formas típicas dos grupos étnicos indígenas e *afrodescendentes* – etc.); v) economias de escala; vi) tipos de mecanismos de vinculação da AF às cadeias de valor; vii) mecanismos de serviços de apoio à produção; viii) tipos de cultivos da AF que são promovidos.

3.1. Trade-Offs Sociais e Ambientais

Possivelmente os *trade-offs* sociais e ambientais sejam um dos princípios fundamentais a serem levados em conta: i) na produção de BC ou de alimentos; ii) nos produtos e métodos de produção primária ou; iii) na complexidade dos processos de transformação da matéria-prima e nas tecnologias promovidas. Cada alternativa adotada tem *prós e contras* e é necessário estar consciente de que é praticamente impossível ganhar em todas as frentes ou satisfazer a todos os atores envolvidos.

Um exemplo relacionado com a produção de etanol é a prática da queima da cana-de-açúcar para facilitar o corte manual. Essa prática, que é comum na América Latina, tem um alto custo para o ambiente, devido às emissões de CO² e partículas sólidas. Sem dúvida, a redução drástica dos custos ambientais poderia ser obtida utilizando-se máquinas para realizar o corte da cana, substituindo a mão-de-obra. Não obstante, a adoção dessa alternativa deslocaria grandes contingentes de assalariados, gerando desemprego e deslocando a população rural para as periferias urbanas.

Com esse exemplo simples, é possível detectar outros similares no tema de BC como motor de desenvolvimento nos territórios rurais.

3.2. Perdas no Grau da Segurança Alimentar

A produção de BC em alguns casos pode gerar ganhos ou perdas no grau de segurança alimentar devido aos efeitos diretos (curto prazo) e indiretos (geralmente de médio prazo). A seguir, é apresentada uma matriz (Quadro 1) que sugere possíveis impactos sobre a segurança alimentar gerados pela produção de BC, caso não se adotem as medidas preventivas e corretivas no momento apropriado.

Tabela 1. Possíveis impactos da produção de biocombustíveis na segurança alimentar

Impactos diretos (curto prazo)	Impactos indiretos (médio prazo)
Aumento do emprego rural agrícola assalariado	Aumento significativo do emprego rural agrícola assalariado
Aumento da renda familiar	Aumento substantivo da renda familiar
Melhoria nos territórios pelo efeito multiplicador da renda rural	Melhoria relativa nos territórios pelo efeito multiplicador e maior quantidade de impostos
	Incrementos nos preços do transporte
	Aumento do preço da terra
Substituição de áreas plantadas com alimentos por áreas voltadas ao BC	Reconcentração da propriedade da terra
Insuficiente oferta de alimentos no mercado	Concentração da propriedade na agroindústria
Incremento nos preços dos alimentos	Redução da disponibilidade de água
Perda de poder aquisitivo do salário mínimo por mudanças nos preços relativos (salário e preço dos alimentos)	Aceleração da migração rural-urbana Debilitação do tecido social do meio rural
	Aumento da desnutrição e má nutrição
Incrementos da inflação devido à alta nos preços de alimentos e de combustíveis	Redução de taxas de reprodução e da taxa de crescimento da população
Aumentos nos preços dos insumos (agroquímicos) e possível incremento adicional nos custos de produção	Aumento da instabilidade social e política nos centros urbanos

A incorporação de novas áreas para a produção de matéria-prima dos BCs terá como impacto mais evidente, no curto prazo, o aumento da demanda de postos de trabalho assalariado – cujo perfil temporal estará condicionado pela sazonalidade própria de cada cultivo. Independentemente dessa sazonalidade, a previsão é de aumento na renda familiar, o que implica maior capacidade de acesso à cesta básica, inclusive alimentos.

No mesmo sentido, Ríos argumenta, com o caso peruano: “(...) a produção de biocombustíveis envolve uma grande quantidade de mão-de-obra local, com diferentes graus de preparação para cobrir necessidades agrícolas, energéticas, comerciais, tecnológicas, de controle de qualidade, etc. Isto é, que se fomenta a criação de mão-de-obra”⁹.

Tal como coloca Pfaumann: “os programas de biocombustíveis têm um grande potencial para oferecer novas oportunidades para as áreas rurais e diminuir a pobreza rural”¹⁰. No entanto, existe o risco de que esses programas conduzam à concentração de terras, liberem mão-de-obra com uma mecanização e aumente os preços dos insumos e dos alimentos. Assim, os efeitos positivos não são automáticos nem inerentes, mas dependem do desenho dos programas”.

3.3. Tendências Recentes nos Preços de Alimentos e de Matéria-Prima para BC

Tabela 2. Custos comparativos de produção de biodiesel por tipo de matéria-prima (2006)

Região	US\$/TM ³	Matéria-prima
UE	835	Biocombustível Óleos vegetais
EUA	546	Etanol de milho
Brasil	340	Etanol de cana-de-açúcar

Os preços são um determinante crucial no processo de tomada de decisões no âmbito familiar (segurança alimentar) e produtivo (decisões de plantio). A eles é dado um tratamento mais detalhado.

O último relatório da OCDE¹¹ e da FAO ressalta a transformação vertiginosa que tiveram os mercados de produtos agrícolas devido à demanda crescente de biocombustíveis, que começam a pressionar os aumentos dos preços de diversos

⁹ RÍOS, A. (2006). *Biocombustibles en América Latina y el Caribe*. In: **Perspectiva energética de la región**. Organización Latinoamericana de Energía (Olade).

¹⁰ PFAUMANN, P. (2006). *Biocombustíveis ¿La fórmula mágica para las economías rurales de ALC?* Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, Unidad de Desarrollo Rural: BID.

¹¹ Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico.

produtos. O documento enfatiza que em uma “análise em longo prazo se observam mudanças estruturais em curso que poderiam originar preços nominais relativamente altos para muitos produtos agrícolas durante a próxima década”¹².

A soja e o milho elevam projeções de colheita brasileira de grãos

Sexta Feira, 5 de outubro de 2007.

O Brasil poderia registrar colheita recorde de grãos nesta temporada, estimada entre 135 e 138 milhões de toneladas, de acordo com as projeções oficiais divulgadas nesta quinta-feira.

A cifra representaria um aumento entre 2,6% e 5,2% em relação à última colheita, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

A previsão se deve aos bons preços nos mercados internacionais. O aumento na produção geral de grãos é impulsionado pela soja, com uma produção estimada de 61 milhões de toneladas, quase 5% superior à última colheita. Também se prevê um aumento da colheita do milho de cerca de 5% em relação à anterior, que superou os 36 milhões de toneladas. O aumento dos preços do milho no mercado internacional se deve a seu uso como matéria-prima para a produção de etanol nos EUA.

Essa tendência também pressiona os preços da soja, um substituto do milho na elaboração de alimentos concentrados para animais. No Brasil, a soja é utilizada também como principal matéria-prima na fabricação de biocombustíveis. Por outro lado, a colheita de feijão reduziria, aproximadamente, 12%, chegando a 1,3 milhão de toneladas na primeira colheita da temporada.

A superfície cultivada de grãos se expandirá em cerca de 3%, alcançando aproximados 47 milhões de hectares. A maior expansão será na área cultivada de soja, com estimativa de 22 milhões de hectares.

Entretanto, o uso acelerado de cereais, açúcar, sementes oleaginosas e óleos vegetais para produzir etanol e biodiesel tem maior transcendência do que os preços. Essa tendência está pressionando os preços desses bens, dos produtos animais e, de maneira indireta, de todos os produtos agroindustriais (insumos). Com efeito, o aumento dos grãos básicos, induzidos em parte pela demanda de matéria-prima para biocombustíveis, está provocando aumentos nos preços dos alimentos em escala mundial e se convertendo em fonte de pressão inflacionária¹³.

12 *Perspectivas agrícolas – 2007-2016*. OCDE/FAO.

13 *Crop prices pushing up cost of food globally*. In: **The Wall Street Journal**. Thursday, april 12, 2007. By Patrick Barta.

Da perspectiva da oferta, os agricultores brasileiros reagiram rapidamente a um mercado pujante. Em poucos dias, a projeção da colheita (superfície plantada) indicara que poderia ser um ano recorde para os grãos.

Cálculos permitem estimar tendências que mostram que a produção anual de etanol, a partir do milho, se duplicará na próxima década nos Estados Unidos. Na União Européia, a quantidade de sementes oleaginosas destinadas a biocombustíveis passará de 10 a 21 milhões durante o mesmo período. Não obstante, esse crescimento significativo na UE e nos EUA, as diferenças nos custos de produção mostram claras vantagens comparativas do Brasil¹⁴ na produção de etanol, notadamente o custo (US\$ 340 t/métrica), de 40% a 80% menor que na UE e nos EUA, respectivamente. Isso estaria indicando que o fluxo natural de comércio de combustível líquido deveria dar-se do Brasil para os EUA e UE. No entanto, devido à aplicação de tarifas e taxas, assim como o subsídio à produção de etanol, que ambos estão aplicando, faz com que o livre comércio se dificulte¹⁵.

No Brasil, estima-se que a produção anual de etanol passará de 21 para 44 bilhões de litros nesta década. Já a produção de etanol na China crescerá para 3,8 bilhões de litros anuais, com um incremento de 2 bilhões em relação ao nível atual.

Considerando o contexto, torna-se relevante citar casos paradigmáticos do uso acelerado de certos grãos para produzir álcool, tanto na UE como nos EUA, entre os quais se pode mencionar: o impacto pelo incremento do preço do milho norte-americano no preço das tortilhas mexicanas, com as conhecidas conseqüências sociais; o aumento do preço do trigo americano e canadense, com conseqüente impacto nos preços do pão e das massas na Itália (tal situação ocasionou greve que fez com que os consumidores ficassem um dia sem massa). É conhecido, também, o impacto enfrentado pelos consumidores alemães com o valor da cerveja, devido aos aumentos históricos do preço da cevada.

Nos EUA, aumentou o preço do trigo e da soja¹⁶, devido à redução da área cultivada desses produtos e à expansão de áreas para o plantio do milho, voltado para a geração de *bioetanol*. O milho, além de ser insumo para a indústria de carnes (alimento para frangos, porcos e bovinos), o é também para a geração de alimentos de consumo humano. O fabricante estadunidense de chocolates Hershey já ajustou seus preços devido ao aumento do custo do leite. O mesmo fez o gigante dos cereais Kellogg's.

14 Os custos estimados de produção de etanol no Brasil (US\$ 0,30 por litro equivalente de gasolina) – a partir da cana-de-açúcar – são menores que o de outras fontes. Em geral, 50% menos do que nos EUA e 100% menos do que na UE.

15 DOORNBOOSCH, R.; STEENBLIK, R. *Biofuels: is the cure worse than the disease?* Round Table on Sustainable Development. OECD. Paris, september/2007.

16 FRANK BRANDMAIER, F. (DPA). *Biocombustibles: el sueño de Bush Cuesta Caro*. 11 de agosto del 2007. Sección BioNews, en línea: <<http://www.biodiesel.com.ar/?p=395>>.

No caso da Colômbia¹⁷, de acordo com a Associação Nacional de Indústrias (Andi)¹⁸, o aumento substancial nos preços dos produtos de alimentação popular como as *arepas*, os *tamales*, as *empanadas* e os *envueltos*, como também os produtos de consumo animal, deve-se ao aumento dos preços do milho branco, de US\$ 134 por tonelada, no início de 2006, para US\$ 250, em meados de 2007. Segundo Octavio Campo¹⁹, a Colômbia não é auto-suficiente na produção de milho branco. Por isso, tem que importar cerca de 150 mil toneladas por ano. Além disso, enfatiza que a produção de BC nos países desenvolvidos substituiu a área semeada de milho branco por milho amarelo, devido ao seu maior rendimento em relação ao etanol.

Custo médio da cesta básica subiu em 14 capitais do Brasil em nove meses

(*Correio do Brasil*, em 4 de outubro de 2007.)

O custo médio da cesta básica aumentou em quatorze das dezoito capitais investigadas pelo Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Sócio-Econômicos (Dieese). Com exceção de João Pessoa, os aumentos oscilaram entre 2,75%, em Brasília, e quase 16%, em Natal, acumulados nos primeiros nove meses do ano. Enquanto as cestas mais caras se encontram nos estados do Sul, as mais baratas são as do Nordeste.

Os analistas consideram que os aumentos: a) se devem a fatores conjunturais e não a tendências do comércio internacional (caso do arroz de sequeiro ou irrigado); e b) não teriam impacto na inflação.

A pesquisa do Dieese argumenta que o trabalhador, recebendo salário mínimo de R\$ 380 mensais, pode adquirir duas cestas básicas.

“No entanto, chama a atenção para o fato de o óleo de soja ser o único produto que teve aumento em todas as capitais. Arroz, feijão, carne, pão e leite subiram de preço em 12 das quatorze capitais. Haverá alguma relação entre soja, alimento animal e preços desses produtos? Além disso, a pesquisa não questiona a porcentagem do poder aquisitivo que se perdeu – considerando esse salário mínimo – devido aos aumentos de preços nos comestíveis em nove meses.”

(Comentário de Sergio Sepúlveda)

O encarecimento do milho, do trigo e do óleo de soja, segundo o Fundo Monetário Internacional (FMI), gerou, para o ano de 2006, um aumento de 10% nos preços em escala mundial.

17 SALAZAR, H. *Colômbia maiz: culpan al etanol por aumentos*. Sección de Economía. BBC.Mundo.com. In: <http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_6597000/6597449.stm>.

18 Nota do Editor: tradução literal da sigla.

19 Diretor da Câmara de Alimentos da Andi.

De se ressaltar que o aumento dos preços das matérias-primas para produzir BC gera o beneplácito dos ganhadores. É importante lembrar que esses produtos são insumos para a alimentação animal (bovinos, ovinos, aves, etc.), o que implica que os produtores de tais bens estão enfrentando, por um lado, maiores custos de produção e, por outro, maiores preços para seus produtos. O equilíbrio dessa situação é difícil de determinar, pois, está condicionado por inúmeros fatores.

Sem dúvida, os impactos sociais do aumento dos preços de alguns produtos agrícolas começam a gerar certo grau de preocupação naqueles países que são importadores líquidos de alimentos, já que os grupos sociais mais prejudicados serão possivelmente a população urbana e rural pobre, aqueles que gastam a maior porcentagem de seus rendimentos com os bens da cesta básica.

Os especialistas concordam que uma das principais causas da escalada de preços dos alimentos é a demanda exacerbada de matéria-prima para o etanol e para o biodiesel (milho, cereais, palma, açúcar, soja, entre outros). O crescimento da demanda por esses produtos induziu aumentos em seus preços, incrementando, logicamente, os custos de produção de derivados como carne, lácteos, aves, ovos e bebidas alcoólicas. De maneira óbvia, os aumentos nos custos de produção estão sendo transferidos aos consumidores.

No Chile, em maio de 2007, o preço do litro de leite aumentou em mais de 29% em relação a maio do ano anterior, segundo dados da Odepa²⁰ do Ministério da Agricultura. A estimativa indica que seu preço poderia continuar aumentando até alcançar 50% nos próximos meses. Esses aumentos nos lácteos provêm de dois fatores: a crescente demanda por *commodities* agrícolas (cana-de-açúcar, cereais, milho e óleos vegetais) para produzir BC e a presença da China como comprador internacional²¹. Também no Chile, há similar situação com o trigo, que sofreu aumentos de até 30% no último ano, o que provavelmente gerará um aumento em proporções semelhantes no preço da farinha, podendo refletir com aumentos de até 15% no preço do pão e de outros produtos a base de trigo²².

20 Nota do Editor: Oficina de Estudos e Políticas Agrárias (tradução literal).

21 *La Nación*. **Atribuyen a biocombustíveis aumento de lácteos**. *La Nación* en Chile. Sección Economía. Viernes 6 de Julio del 2007. En línea: <http://www.lanacion.cl/prontus_noticias/site/artic/20070705/pags/20070705221730.html>.

22 *Chile potencia alimentar*. **Aumento en el precio de los alimentos: ¿cuáles pueden ser sus consecuencias en Chile?** 19 de julio del 2007. Sección Análisis Alimentos. En Línea: <http://www.lanacion.cl/prontus_noticias/site/artic/20070705/pags/20070705221730>. <http://www.atinachile.cl/content/view/54887/Aumento_en_el_preço_de_los_alimentos_cuales_pueden_sersus_consecuencias_en_Chile.html>.

O que tem a ver essas cifras com biocombustíveis e segurança alimentar no Brasil?

Todas as cifras mencionadas apontam para um excelente cenário para a agricultura, em geral, e para os agricultores, em particular. Sem dúvida, entender o contexto global e as relações entre os mercados nacionais e os internacionais é crucial para estabelecer uma plataforma de políticas que permitem gerar os maiores e melhores efeitos distributivos possíveis para a sociedade brasileira.

Ao mesmo tempo, é óbvio que a linha de argumentação adotada pretende vincular a produção de BC com os aumentos nos preços dos alimentos e estes com um aumento no custo da cesta básica e, por conseguinte, na destinação de uma porcentagem maior dos rendimentos familiares para os alimentos. Na maioria dos casos, os aumentos de preços afetarão mais as classes de menores rendimentos que, em alguns casos, chegam a utilizar 50% ou mais de seus rendimentos com comestíveis.

Definitivamente, este cenário está longe de ser *Natal* para todos os produtores e todos os consumidores. Deve-se ressaltar que a distribuição de benefícios é a essência deste documento. Suscitar questionamentos para discussão, mas do que necessário, parece crucial:

- Quem ganha? Quem perde? Que efeitos têm as flutuações de preços detectadas na população urbana e rural? E na população pobre?
- Como se poderia beneficiar a agricultura familiar na produção de BC?
- Que políticas deveriam implementar o Estado para maximizar os benefícios do impacto?
- Dever-se-ia implementar um sistema de compensações entre ganhadores e perdedores?

3.4. Possíveis Impactos Ambientais: Uso e Acesso aos Recursos Naturais

A produção de BC poderia desempenhar um papel determinante – positivo e/ou negativo – sobre a base dos recursos naturais. Como resultado dos incrementos substantivos nos preços dos bens alimentícios e da bioenergia, ambas as atividades produtivas se tornam atrativas do ponto de vista comercial. Destaca-se que o Brasil tem uma superfície de terra agrícola subutilizada, uma vasta fonte de energia solar e água suficiente para responder – efetiva e eficientemente – às novas perspectivas

demanda mundial de alimentos e de bioenergia. De superfície estimada²³, o país tem quase 400 milhões de hectares (100 milhões só no ecossistema do Cerrado), área que poderia ser incorporada à produção agrícola e dar ao Brasil o potencial para satisfazer a demanda de certos alimentos básicos (comida), assim como de boa parte da bioenergia para a América Latina.

A maioria dos cultivos para gerar BC demanda especialização e escala de produção que pode afetar os equilíbrios da flora e da fauna local no médio e no longo prazo. Adicionalmente, o aumento de áreas plantadas e a expansão de monoculturas²⁴ poderiam gerar pressão adicional sobre a fronteira agrícola, bem como motivar a substituição de áreas de cultivo e de pecuária por cultivos para BC. Todas essas situações podem provocar impactos ambientais negativos. Torna-se, então, necessário, tomar medidas preventivas para mitigá-los. Para tanto, é fundamental ressaltar os casos de exceção como os sistemas integrados de produção, entre outros, que incorporam certo grau de diversificação, cultivos intercalados e os que geralmente são típicos da AF.

A disponibilidade de água – componente essencial da maioria dos ecossistemas tropicais – apresenta flutuações peculiares ao longo do ano em diversas regiões do Brasil. Essa realidade obriga a avaliar cuidadosamente o equilíbrio hídrico nas regiões em que se promovem cultivos para BC, especialmente no Nordeste, pois se conta com uma reduzida disponibilidade de água e aumentos acelerados de consumo para a agricultura, o que coloca em perigo até o abastecimento do líquido para uso humano. Mesmo nos casos em que se conta com sistemas de irrigação, existe a possibilidade de excesso quanto à utilização da água.

Importa ressaltar – uma vez mais – a importância da adequação social e ambiental dos cultivos. A utilização da água para a produção primária de cana-de-açúcar e da palma oleaginosa tem exigências elevadas (entre 1.500 e 2.500 mm/ano). O milho, a mandioca, a soja, a mamona e o algodão, que estão entre os cultivos considerados aptos para biocombustíveis, têm exigências médias de água (entre 500 e 1.000 mm/ano)²⁵. É preciso ter em mente que o custo ambiental para produzir uma tonelada de cana é de cerca de 600 toneladas de água. Cada galão de etanol absorve de 3 a 4 galões de água na produção de biomassa (matéria vegetal)²⁶.

No que diz respeito ao uso de terras florestais para cultivo, a soja causou o desmatamento de 14 milhões de hectares na Argentina, dois milhões no Paraguai

23 *Disponibilidade de terras aráveis por país*. Nota: área colhida em 2004. Terras aráveis. Fonte: FAO, Land Resources Potential and Constraints (2000) e FAO (2007). Elaborado por Ícone.

24 *Evaluación de la situación de la seguridad alimentaria mundial* (CFS: 2007/2). Documento elaborado para o Comitê de Segurança Alimentar Mundial. FAO, 2006.

25 FAO.

26 *Oportunidades y amenazas de la producción de agrocombustibles en Bolivia*. Resultados del seminario taller sobre agrocombustibles. Celebrado en La Paz, Bolivia, 25 de julio del 2007. Liga de Defensa del Medio Ambiente (Lidema) y el Proyecto Aire Limpio de la Cooperación Suiza, 2007.

e 600.000 na Bolívia²⁷. No Paraguai, estima-se que boa parte da Mata Atlântica²⁸ perdeu pelo menos 76% da cobertura original. No Equador, a palma oleaginosa se expandiu, sobretudo, nos ecossistemas do Choco, afetando as últimas matas tropicais costeiras²⁹.

No caso específico do uso dos recursos naturais renováveis, deve-se aplicar o princípio do custo de *oportunidade* como referência para os limites de seu uso. Mais uma vez, o caso peruano deve alertar sobre os princípios em questão. Segundo o Centro Peruano de Estudos Sociais (Cepes), *“dez mil hectares de terras improdutivas adjudicadas na bacia do Rio Chira à empresa estadunidense Maple Etanol S. R. L., destinados à plantação de cana para etanol (produção esperada: 120 milhões de litros de etanol por ano) dirigida à exportação, requererão imensos volumes de água e competirão com os atuais cultivos, em sua maioria, de pequenos e médios agricultores”*³⁰.

É possível verificar que certos processos agroindustriais requerem massivos volumes de água, o que pode redundar em excesso de utilização (sobreutilização) das fontes naturais do recurso hídrico, em especial daquelas regiões que dependem de aquíferos frágeis, com implicações para o uso urbano.

Adverte-se, portanto, que a gestão do recurso deve ser cuidadosa, tanto no uso para a produção de matéria-prima, como no manejo dos dejetos sólidos e líquidos dos processos agroindustriais.

3.5. Argumentos Ambientais a Favor da Produção de Bioenergia

Realizada a revisão das possíveis fontes de bioenergia e das diversas latitudes nas quais o BC pode ser produzido, é difícil asseverar que efetivamente os argumentos dos impactos ambientais positivos na produção de BC possam ser concretizados em todos os casos, cultivos e latitudes.

A importância dos argumentos ambientais radica no fato de que estes poderiam ser utilizados como mecanismos para gerar rendas adicionais como fonte de *serviços ambientais*. Um dos argumentos é o equilíbrio de energia: razão energética – unidades de energia requeridas para gerar uma unidade de energia. Nos climas tropicais, tais equilíbrios são provavelmente muito mais altos que nos climas temperados. A chuva abundante, os solos férteis e a suficiente radiação solar provêm as bases para que se

²⁷ Bravo 2006. In: **Bravo y Altieri**. Mayo, 2007:4.

²⁸ El Bosque Atlántico del Alto de Paraná abarca Argentina, Brasil y Paraguay, teniendo Paraguay la tasa más alta de deforestación. En Línea: <<http://www.wwf.org.py/baapa.html>>.

²⁹ Bravo, 2006.

³⁰ Centro Peruano de Estudos Sociais (Cepes). *Los biocombustibles: ocho preguntas y comentarios incómodos*. In: **Boletín Electrónico del Foro Rural Mundial**. Edición nº 20. Peru, marzo, 2007.

alcancem as maiores taxas em seus rendimentos.

O potencial para diminuir as emissões de CO² é outro argumento válido em favor da bioenergia, que pode se transformar numa fonte geradora de recursos (dinheiro). A fixação de carbono pode se produzir como resultante das novas áreas plantadas e pela diminuição das emissões do uso de biodiesel, em vez da gasolina ou de outros derivados de petróleo.

Existe a possibilidade de a produção de matéria-prima para BC se expandir para áreas ecologicamente inapropriadas ou, pior ainda, expandir-se para áreas com florestas naturais (Amazônia), o que provocaria efeitos catastróficos sobre a biodiversidade. Ou seja, considerando as múltiplas combinações das interações “produção-ambiente” que se podem gestar a partir da promoção do BC, torna-se difícil pesar *a priori* o resultado final (a somatória) dos impactos ambientais que os mesmos podem gerar no médio prazo. Um alerta adicional: não discutimos as possíveis complicações que acarretam a mudança climática sobre as possíveis áreas de expansão da produção e sobre o potencial produtivo de áreas em produção.

3.6. Acesso à Posse da Terra: Exigência Estratégica

A menos que se adotem as providências do caso, os mercados imperfeitos da terra poderiam induzir a transferências aceleradas da propriedade da terra – possivelmente –, estimulando processos de reconcentração da propriedade. Essa tendência se acentuaria na medida em que se colocaria a urgência de alcançar economias de escala, tanto na produção primária (para gerar os volumes ótimos de matéria-prima para alimentar a agroindústria), como nas instalações das unidades de produção de biocombustíveis.

A produção de BC e de alimentos a preços mais elevados redundará em maiores ganhos por hectare. Por conseguinte, também pressionará o aumento no preço da terra (arrendamento ou venda) e tornará mais atrativo os investimentos no setor. É possível que essas transformações estruturais afetem também a distribuição e o incremento da riqueza.

Nos últimos 30 anos, no Uruguai, essas transformações modificaram drasticamente o perfil sócio-demográfico do campo e o tecido social das sociedades rurais, afetando diretamente a AF. A concentração das terras gerou uma diminuição significativa da população rura³¹. De um território de pouco mais de 17 milhões de hectares, 2,5 milhões deles mudaram de proprietários durante os últimos seis anos³².

31 PARDO, M. *La agricultura familiar en los tiempos de monocultivo*. In: **Observatorio del desarrollo**. Centro Latino-Americano de Ecología Social (Claes) y Desarrollo, Economía, Ecología y Equidad del América Latina (D3E): Uruguay, marzo del 2007.

32 URUGUAY. Estimativas do Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay.

No caso peruano, as plantações de cana, palma e outros cultivos destinados à fabricação de BC estariam ocorrendo em grandes propriedades, o que se teme que induza à concentração da propriedade³³.

Com efeito, a competição pela terra cultivável se agudizará nos países em que a terra para uso agropecuário não for abundante. Especialistas colocam sua preocupação quanto ao modelo de modernização agrária focalizado nas empresas agrárias de exportação e que incentive processos de concentração da terra e de investimentos, contornando alternativas que articulem a pequena e a média agricultura em relação a esse poderoso motor de crescimento.

Síntese

Ao analisar a informação que cobre tanto aspectos relacionados com a oferta quanto com a demanda, é possível que o setor agropecuário brasileiro, em geral, e que a AF, em particular, tenham uma ocasião única para liderar os países da região e promover, mundialmente, a bioenergia como uma alternativa viável – em seus componentes de álcool e biodiesel – com projeção de *commodities* e com selo ambiental e social.

Para alcançar semelhante meta é necessário fundamentar a estratégia de desenvolvimento dos BC numa visão a partir do desenvolvimento sustentável do meio rural com atividades (programas) que tenham como fundamento dimensões como: formação de capacidades tecnológica, financeira e tributária, posse da terra e inovação institucional.

3.7. Da Produção de Energia ao Desenvolvimento Sustentável

Como citado anteriormente, os objetivos maiores do desenvolvimento rural são a coesão social e territorial. Portanto, a situação específica da segurança alimentar versus BC se analisa sob essa ótica. Neste marco de referência, a competição pela produção de *energia para o homem ou para as máquinas* deixa de ser o dilema central, uma vez que se tem consciência de que as sociedades (do planeta) enfrentam um desafio ainda maior que está diretamente relacionado à decisão sobre o *tipo de desenvolvimento que se deseja promover*.

33 Centro Peruano de Estudos Sociais (Cepes). *Los biocombustibles: ocho preguntas y comentarios incómodos*. In: **Boletín Electrónico del Foro Rural Mundial**. Edición nº 20. Peru, marzo de 2007.

O problema é re-dinamizar os territórios rurais, adotando a produção de BC como um dos motores de desenvolvimento. Em vez de polemizar sobre “energia ou comida”, deve-se focalizar a análise no tema correto e no cenário apropriado. Esse postulado é especialmente aplicável ao caso brasileiro, à luz da disponibilidade de terra, água, condições agroecológicas e produtivas que permitem que comida e energia coexistam exitosamente, sempre e quando se formulem e executem políticas tendentes a superar condicionantes estruturais e conjunturais críticas.

O argumento utilizado por Pardo sobre a agricultura como uma “forma de vida”³⁴, se sustenta no enorme peso da dimensão social e cultural do meio rural e na “identidade do campo”. Enfatiza que as reivindicações dos pequenos produtores no Uruguai se concentram, principalmente, em melhores condições de vida que possibilitem sua permanência no campo. “(...) o peso social e cultural, a identidade e o pertencimento desses cidadãos ao meio rural adquire uma relevância central no problema que muitas vezes é enviesada e reduzida”.

As análises realizadas por instituições especializadas concordam que as atuais tendências ao aumento da demanda e dos preços – de grãos, comida e biodiesel – se acelerarão ainda mais na próxima década.

34 PARDO, M. *La agricultura familiar en los tiempos de monocultivo*. En revista: **Observatorio del desarrollo**. Centro Latino-Americano de Ecología Social (Claes) y Desarrollo, Economía, Ecología y Equidad América Latina (D3E). Uruguay, marzo del 2007.

4. ANÁLISE DE CENÁRIOS: A POSSÍVEL DINÂMICA DA MUDANÇA

Faz-se aqui uma análise “semi-estruturada” das possíveis implicações da adoção de BC como motor de crescimento sobre a coesão social e territorial; e sobre a segurança alimentar.

As rápidas mudanças no setor de bioenergia dificultam a possibilidade de realizar estimativas sólidas, o que suscita a necessidade de se adiantar uma análise de cenários que obedeça mais a uma especulação informada do que a uma estimativa econométrica. Até porque, como é sabido, embora existam as aceleradas mudanças tecnológicas, inclusive nas estruturas de mercado, não existe informação suficiente para que se realize uma análise sustentada nas estimativas dos impactos da produção de BC no médio prazo³⁵.

A análise se fundamenta, em princípio, no modelo de Paul Krugman³⁶ sobre o comércio entre regiões, que provê um marco analítico a partir do qual se consideram possíveis impactos e tendências. Esse referencial se complementa com outras aproximações teóricas da geografia econômica³⁷. Sob nenhuma circunstância, se coloca como um esquema de análise exaustivo, nem da realidade, nem dos resultados.

Parte-se da premissa de que a incorporação dos BC transformará a dinâmica do processo de desenvolvimento dos territórios rurais. Conseqüentemente, seus impactos diferirão ao longo do tempo e entre os territórios. A análise considera possíveis cenários para três períodos do mesmo processo: entre 3 e 5 anos (curto prazo), de 6 a 10 anos (médio prazo) e de 11 a 20 anos (longo prazo).

Optou-se por esse tipo de análise porque permite elucidar os impactos diferenciados entre consumidores e produtores, ao mesmo tempo em que entre os âmbitos da AF, as empresas rurais, os territórios, a região e o país.

35 HAZELL, Peter; PACHAURI, R. K. (2006). *Bionergy and agriculture: promises and challenges*. IFPRI. Washington D.C., USA.

36 Para maiores detalhes, vide Anexo 1: Síntese do modelo e as referências bibliográficas específicas.

37 CLOUET, Yves; TONNEAU, Jean-Philippe. *Quelle géographie au cirad?* Editeurs Cirad. France, 1996.

A seguir, seguem as possíveis transformações na dinâmica do processo de desenvolvimento dos territórios ao longo do tempo toda vez que se flexibilizam alguns dos supostos modelos.

4.1. Cenário de Curto Prazo (E1). BC: Mais Trabalho – Mais Segurança Alimentar

Neste caso, parte-se do pressuposto de que os bens produzidos pela agricultura são alimentos e BC. Ambos carecem de características especiais. É possível, então, aplicar o instrumento da teoria clássica para explicar a decisão ótima de produção e dos possíveis efeitos sobre os preços relativos, assim como, a distribuição dos fatores de produção e de seu correspondente pagamento (renda e salário). Cabe ressaltar que as colocações analíticas se assemelham à “realidade simplificada” da situação das diversas regiões do Brasil.

Neste cenário se flexibiliza a existência de economias de escala internas na produção de BC, o que significa que os rendimentos de escala são constantes e que a produção de BC se realiza em condições similares às de situações de concorrência perfeita. Tal fato implica que a produção de BC se ajusta de acordo com a oferta e a demanda, sem maior alteração, seja sobre os preços relativos dos BCs ou dos alimentos.

Dada a possibilidade de movimento dos trabalhadores³⁸, e considerando uma taxa de desemprego substantiva, se incorporariam trabalhadores desempregados ao mercado e, depois de certo limite, o salário se ajustaria até se igualar em ambos os setores³⁹. Além disso, numa situação de curto prazo, não se prevêem mudanças tecnológicas significativas. Também não se prevêem impactos da mudança climática sobre a produção de BC ou de alimentos. Isto é, não se vislumbram nem aumentos na produtividade da terra, nem alterações substantivas no regime de chuvas.

Com este panorama, as principais diferenças do grau de expansão e de concentração de atividades produtivas primárias e secundárias estarão condicionadas pelas características endógenas dos próprios territórios. Mais, a fluidez da articulação dos elos da cadeia – produção de matéria-prima e de BC – estará determinada pelo grau de atomização e ordem da produção primária.

No período inicial (E1), se mantém uma situação relativamente similar ao momento anterior à introdução dos BCs. Portanto, a segurança alimentar, a coesão social e a coesão territorial não serão drasticamente modificadas. O que existe é uma previsão

38 Suposto do modelo clássico de comércio.

39 Situação típica colocada pelo modelo clássico de comércio (APPLEYARD; FIELD, 1997).

de possíveis aumentos no trabalho assalariado rural e nos rendimentos familiares, o que poderia favorecer a segurança alimentar.

No primeiro momento de adoção de BC – devido à sua reduzida cobertura –, é provável que não haja modificações significativas na economia (ou na sociedade rural); de maneira que os preços relativos (BC e alimentos) e os salários se ajustariam. Essa linha de raciocínio sugere que os BCs se comportariam como qualquer outro bem, e seu potencial como motor de desenvolvimento seria parcialmente aproveitado. Isto é, na etapa inicial de implantação dos BCs, como fonte alternativa de energia, seus cultivos não cobrem uma superfície substantiva nem alcançam suficiente escala de produção. Assim, seus maiores impactos seriam muito localizados e se detectariam encadeamentos frágeis, com capacidade geradora de emprego e de rendimentos pouco significativa no âmbito regional ou nacional. Tanto a coesão social como a territorial seriam fortalecidas de maneira localizada, sobretudo naquelas comunidades próximas aos centros produtivos. É, pois, possível que o acesso a alimentos melhore para aqueles que estão percebendo maiores rendimentos familiares (sempre e quando esse incremento não seja maior que o incremento do preço dos alimentos).

Em síntese, no período inicial (E1), a inserção de BC pareceria não gerar conflitos com os alimentos. De fato, nos casos em que há “capacidade instalada ociosa” – terra, mão-de-obra e capital (subsidiado) – é possível que, por algum tempo, os impactos sejam imperceptíveis nos mercados internos. Existe probabilidade também de impactos maiores devido às pressões exercidas pelos mercados internacionais nos preços de BC e de alimentos, os quais evidentemente afetariam a situação nacional e local da segurança alimentar.

4.2. Cenário de Médio Prazo (E2): Papel Fundamental da Tecnologia

Este cenário é o segundo estágio do mesmo processo de transformação da dinâmica territorial. Adota-se, pois, como ponto de partida, o primeiro cenário, com duas modificações: a primeira assume *rendimentos de escala internos* e a segunda *imobilidade laboral*. Ambos os supostos procuram aproximar o marco analítico da realidade regional brasileira.

Sob essas circunstâncias de produção, o mercado induz à combinação ótima de produção de alimentos e BC, tomando como referência os princípios básicos (fronteira de possibilidades de produção e os preços relativos dos bens). Também se assume que se incorporarão pequenas transformações na área tecnológica e na produção de ambos os bens.

Entretanto, os rendimentos de escala internos para os BCs poderiam propiciar a concentração da produção em poucas empresas⁴⁰ e gerariam uma demanda crescente pela terra, que é o principal fator produtivo para os BCs. Considerando sua imobilidade espacial, o excesso de demanda se resolveria com um preço maior⁴¹, o que provavelmente pressionaria os custos de produção, afetando os preços relativos dos bens. Nesse caso particular, se produziria um efeito positivo sobre os salários, já que se supõe que ambos aumentam na mesma⁴² proporção e, ante a impossibilidade do movimento de trabalhadores, o salário deve aumentar na mesma proporção que os preços relativos (no médio prazo) para reajustar o mercado.

Observa-se, neste cenário, um incremento reduzido da mão-de-obra e um aumento no salário dos trabalhadores, o que permite compensar o aumento dos preços relativos dos bens. No entanto, é possível suscitar uma tendência à concentração da terra nas mãos dos empresários mais eficientes.

Como se pode apreciar no E2, poder-se-ia iniciar um processo de deterioração das condições de coesão social e coesão territorial, resultante do início de um processo de concentração da terra e de um efeito reduzido sobre a geração de emprego. Trata-se de outro cenário, em que geraria encadeamentos crescentes entre setores produtivos, cuja força dependerá do grau de concentração da propriedade. Uma vez mais, o potencial dos BCs como motor do desenvolvimento está subordinado ao número de produtores que se articulam ao processo e de seus vínculos com a cadeia produtiva.

Um dos supostos básicos do cenário recém explicitado é a mudança proporcional na mesma magnitude de ambos os preços relativos. Em determinadas circunstâncias, tal fato não poderia se materializar. Os impactos gerados devido ao efeito de substituição – mudança de produção e dos preços relativos de alimentos por BC – seriam atenuados pelo papel estabilizador da inovação tecnológica e pelos incrementos de produtividade nos fatores de produção, o que, conseqüentemente, contribuiria para estabilizar os preços, tanto dos alimentos quanto dos BCs.

4.2.1. Fatores adicionais para análise do E2

À luz das limitações do modelo suportado na análise anterior, este se complementa com um conjunto de argumentos que poderiam induzir diversas pautas de

40 Deve-se lembrar que o princípio que dá lugar aos rendimentos de escala internos é o aumento na unidade do fator produtivo (muitas vezes é mais do que o dobro do produto). Isso faz com que as grandes empresas possam obter uma vantagem nos custos sobre as pequenas empresas.

41 Nesse caso, a diferença do cenário anterior é que há concorrência pela terra. Os benefícios em escala só serão conseguidos com o aumento da produção, o que – ao mesmo tempo – se traduz numa maior demanda por insumos.

42 Isso se traduz num aumento da demanda, que se reflete num deslocamento da mesma para cima.

desenvolvimento e modificar as tendências mencionadas. Os aspectos adicionais que devem ser incorporados à análise para o E2 são os seguintes:

- **A concentração da terra.** O padrão de posse da terra é um dos fatores determinantes do tipo de desenvolvimento possível nos territórios. Se a propriedade da terra se concentra em poucas mãos, é possível que a maioria das políticas públicas indiferenciadas tenda a concentrar os benefícios, o que limitaria o potencial distributivo dos encadeamentos produtivos, induzindo o deslocamento da população rural para os centros urbanos.
- **O incremento nos preços relativos.** Como já foi mencionado, o incremento dos preços relativos poderia não ser proporcional, o que teria importantes implicações para efeitos distributivos. O grau de desvio distributivo dependerá da proporção do incremento simultâneo nos salários. Incrementos não-proporcionais aos preços relativos dos alimentos e dos BCs podem levar a incrementos (e inclusive diminuições) menores no salário, situação que afetaria a segurança alimentar e a coesão social.
- **A relação que se estabelece entre produção e mão-de-obra.** É fundamental que essa relação seja considerada na análise, já que as demandas de fatores de produção e de insumos (mão-de-obra, terra, água agroquímicos, etc.) que cada bem exige condicionam os resultados.

Ilustra-se com o seguinte exemplo: se os BCs são intensivos na demanda de terras e de água, um aumento em sua produção agiria em detrimento da mão-de-obra (geraria menos emprego e provocaria um deslocamento de produtores de alimentos para a produção de BC). Isso provocaria desemprego e ao mesmo tempo teria um impacto negativo no salário.

Efeitos desfavoráveis da mudança climática na produtividade. As tendências indicadas devido à mudança climática devem alertar para a análise de médio prazo, já que a mudança no regime de chuvas modificará a produtividade da terra. Isso, por sua vez, encareceria significativamente a produção de ambos os bens. Esses efeitos poderiam ser antecipados e mitigados caso houvesse a incorporação de inovações tecnológicas e o uso de melhores técnicas de manejo da água.

A relação entre BC e matérias-primas. A produção de BC terá impactos diversos, dependendo do grau de diversificação das fontes de matérias-primas. A concentração da produção numa só matéria-prima pode ter efeitos negativos, análogos aos observados na atualidade com o petróleo.

4.3. Cenário de Longo Prazo (E3): Modo de Produção Determinante da Distribuição

Para este cenário mantém-se o suposto dos rendimentos em escala internos e assume, além disso, a mobilidade laboral. A principal diferença com o caso anterior radica no modo de aproveitamento das economias de escala internas. O suposto substantivo é “a propriedade da terra [que] se sustenta num grupo amplo e organizado de pequenos produtores capazes e dispostos a aumentar a produção⁴³”.

Da mesma forma que em E2, é gerado um excesso de demanda pela terra, o que incrementaria o custo de ambos os bens (terra e mão-de-obra). Coloca-se ainda o suposto de que a diferença no tamanho e na concentração da terra incentiva aumentos só no preço dos BCs (que é o setor que requer mais terra para aproveitar as vantagens das economias de escala), enquanto a “comida” é tratada como um cultivo residual.

O que ocorre com a demanda de mão-de-obra? O preço maior dos BCs faz com que a demanda por mão-de-obra se desloque. Este fato impactará positivamente os salários, mas em menor proporção que o aumento do preço dos BCs, o que gera um deslocamento dos trabalhadores do setor “alimentos” para o setor que produz BC, aumentando, assim, a produção de BC.

Quais são as implicações desses resultados em termos distributivos? Salários e possibilidade de adquirir alimentos (segurança alimentar). Os assalariados percebem maiores rendimentos. No entanto, esse incremento se dá em proporção menor que o aumento do preço dos BCs, isto é, um salário real em termos de BC diminuiria. Em contrapartida, o salário real em termos de alimentos aumentaria, pois o preço dos alimentos não mudou e o salário aumentou. A situação dos trabalhadores torna-se indefinida e depende do tamanho relativo das “perdas ou ganhos”.

Para o empresariado, a melhora ocorre por ambos os lados, tanto pela redução do salário real, em termos de BC (o que implica aumento dos lucros); como pelo aumento no preço dos BCs. Essa categorização – assalariados e empresários – perde sentido se os “modos (de produção) obedecerem às pautas cooperativas ou associativas”.

Os impactos positivos do BC – como atividade dinamizadora do desenvolvimento – são mais evidentes. Se a par dos grandes produtores de BC existem associações, cooperativas, entre outros pequenos grupos produtivos, existem maiores possibilidade de encadeamentos que geram mais e melhores empregos. A simultaneidade dessas situações ajudaria a compensar o encarecimento do preço dos BCs e dos alimentos.

⁴³ Situação que pode ocorrer por intermédio da criação de cooperativas, associações, etc.

Em termos gerais para os três cenários, é evidente que o aumento dos preços das *commodities* gera impactos nos preços dos comestíveis e, em consequência, no bolso dos consumidores. Essa transferência – os consumidores (urbanos) pagam mais aos produtores rurais pelos produtos – contribui para certo tipo de redistribuição de rendimentos entre setores.

4.3.1. Considerações adicionais para E3

É importante integrar à análise argumentos que não são considerados no modelo e que podem desempenhar um papel distributivo crucial.

Grau de substituição ou concorrência por insumos produtivos. O impacto na produção de BC e de alimentos na sociedade é diretamente proporcional ao seu grau de substituição. Tanto os alimentos como os BCs utilizam insumos similares em diferente proporção. Uma aceleração de ambas as produções poderia induzir a desajustes nos mercados de insumos. No caso do trabalho (mão-de-obra) e da água, que foram considerados no cenário anterior, é necessário recordar que as matérias-primas utilizadas para BC (milho, soja, cana-de-açúcar) têm usos alternativos, e suas mudanças de preços redundariam em longa lista de “outros produtos” ao longo das cadeias. O provável impacto final é um incremento generalizado de preços de alimentos processados, tal como se apresentou no aparte anterior.

Este é um tema transcendental para a análise dos efeitos distributivos da produção de BC, já que existe um ponto de equilíbrio no qual a substituição de alimentos por BC pode induzir a uma concorrência acelerada por recursos, e seu impacto distributivo dependeria substantivamente do modo de produção que se tenha consolidado.

Consolidação do modo de produção. O modo de produção possivelmente é o condicionante crítico para garantir que o potencial de desenvolvimento dos BCs tenha maiores impactos distributivos na população e nos territórios rurais. Parece evidente que o efeito multiplicador é diferente no caso de a produção de BC se realizar por meio de grandes agronegócios, empresas privadas de porte médio, pequenas empresas rurais individuais, cooperativas, associações de produtores ou outras formas de produção. Possivelmente, não existe uma combinação perfeita de todos esses modos de produção. No entanto, o modo dominante será o maior fator condicionante para alcançar efeitos distributivos aspirados pela população rural e pelos territórios.

É oportuno ressaltar que se faz necessário estabelecer fórmulas negociadas que facilitem a coexistência do agronegócio comercial de certa escala com a agricultura familiar e aproveitar as economias de escala e a diversificação das fontes de matéria-prima.

As economias de escala também podem ser alcançadas por meio de arranjos cooperativos ou associativos.

Crescimento e qualidade do emprego. O grau de substituição de alimentos por BC, como modo de produção a ser consolidado, terá importantes impactos sobre o crescimento e sobre a qualidade do emprego. A concentração da terra em muito poucas mãos poderia levar a economias de enclave na produção de BC, com efeitos *redistributivos* de muito baixo alcance em termos de salários justos e de empregos de qualidade.

Nível de mecanização na produção de alimentos e BC. Este é um fator fundamental, já que tem efeitos diretos sobre a demanda de empregos. O aumento da produção de BC com um grau de mecanização alto – possivelmente – deslocará uma importante quantidade de mão-de-obra, podendo incidir efeito negativo sobre os salários.

Interação entre zonas urbanas e zonas rurais. Este é um dos aspectos mais importantes para o aproveitamento de sinergias “funcionais” entre setores produtivos e o setor de serviços de apoio à produção, entre outros. Se aproveitadas inteligentemente, as interações rural-urbanas podem se transformar em verdadeiras plataformas para o desenvolvimento sustentável.

4.4. Potencial Endógeno dos Territórios

Como se pode apreciar na análise de quaisquer dos três cenários, são os fatores endógenos do território que serão as condicionantes fundamentais na velocidade e profundidade do desenvolvimento do processo de dinamização por meio da incorporação de BC como motor de crescimento.

É provável que os territórios rurais mais pobres consigam os maiores benefícios com a produção de matéria-prima para BC. Também é provável que seja mais difícil estabelecer programas ordenados e sustentáveis de transformação produtiva em tais territórios. No curto prazo, o grau de incorporação da AF à produção de mamona, palma, entre outros – por questões de complexidade das economias de escala – é mais lento do que o originalmente previsto. Isso obriga a estabelecer uma estratégia de incorporação gradual (lenta) de novas fontes de matéria-prima provenientes da AF para combiná-las com a produção de BC da agricultura comercial (por exemplo, a soja).

Entretanto, se a participação da soja continua aumentando, como complemento da matéria-prima da AF, na fórmula para produzir BC, existe a possibilidade de que seu

preço se incrementa ao ponto de tornar inviável a produção de BC, pondo em xeque sua competitividade com relação ao preço do petróleo. Em linha com os postulados de Krugman ⁴⁴, se faz evidente que as características *edafoclimáticas* determinarão a especialização produtiva dos territórios rurais em diversos cultivos de matérias-primas para BC, em cada uma das regiões do Brasil.

A localização da indústria de transformação rodeada por grandes extensões de plantios especializados – articulando-se por meio de uma malha de infra-estrutura que facilita o transporte de matéria-prima e do BC – mostra uma tendência à conformação de pólos de concentração, tal como sugere a escola francesa de geografia econômica e o próprio Krugman⁴⁵.

44 KRUGMAN, Paul (1998). *Development, geography and economic theory*. MIT Press. Cambridge. Mass, USA.

45 BALDWIN, Richard; et al. (2003). *Economic geography and public policy*. Princeton University Press. London. Em especial, os capítulos 16 e 17.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Além dos Biocombustíveis

A heterogeneidade dos territórios – seu potencial endógeno – é um dos principais elementos que condicionam suas rotas de desenvolvimento específicas. Portanto, para dinamizá-los eficientemente é necessário formular e adaptar políticas particulares.

Definitivamente, para potencializar o biocombustível como motor do desenvolvimento rural (especialmente da agricultura familiar) é necessário harmonizar (compatibilizar) ambas as políticas. Se a política de DR foi concebida para melhorar a coesão social e territorial do meio rural, é preciso estabelecer uma combinação de políticas *multissetoriais* que contribuam para melhorar a qualidade de vida dos territórios rurais. O propósito é promover, entre outras, a diversificação de atividades econômicas, a competitividade da agricultura, a gestão sustentável dos recursos naturais e do ambiente e, sobretudo, o acesso a serviços sociais e à infra-estrutura social e de apoio à produção.

Tanto nos EUA como no Brasil, espera-se que os “incentivos” governamentais continuarão promovendo a produção de etanol. No entanto, se faz necessário acompanhar a expansão da agroindústria com incrementos similares para o resto do setor: matéria-prima, infra-estrutura de distribuição e transporte idôneo. Isto é, é imprescindível analisar e promover uma estratégia *ad hoc* para cada elo da cadeia de produção.

A cadeia do petróleo e de seus derivados conseguiu se estabelecer num período de sete décadas. Não se pode esperar que a cadeia do biodiesel se “consolide” em sete anos. Deve-se entender que é um processo complexo que deve ser aproximado de maneira gradual e flexível.

Efetivamente, a transição produtiva da agricultura e do meio rural, com a incorporação massiva da bioenergia, é complexa; e sua dinâmica praticamente imprevisível. Essa transição do caminho do desenvolvimento traça desafios desde a perspectiva ambiental, social e produtiva. É um caminho que terá impactos distributivos importantes, por intermédio do incremento em fontes de emprego e de rendimentos rurais (pela via do trabalho assalariado). Ao mesmo tempo, podem

ocorrer perdas de poder aquisitivo para a população rural devido ao aumento dos preços dos alimentos.

Tal como expressa o IICA⁴⁶, o êxito das políticas de DR está condicionado à capacidade inovadora de harmonizar políticas de múltiplos setores, como comércio, agricultura, ambiente, produção e infra-estrutura. Para que a política de BC – como motor do desenvolvimento da AF – seja exitosa, é preciso uma afinação detalhada das políticas dos setores mencionados. Deve-se realizar a transição de políticas setoriais para a harmonização de políticas *multissetoriais* focalizadas no território e com uma visão clara de futuro.

5.2. Princípios Sugeridos para uma Política Equitativa de Biocombustíveis

Alguns elementos desses princípios já foram descritos e se vinculam diretamente à visão do desenvolvimento sustentável (DS). Portanto, colocam questões relacionadas à dimensão social, econômica e ambiental. A seguir, tem-se uma síntese do que se denomina “inclusão social”, com a esperança de que sejam mais do que simples desejos surgidos da ingenuidade de quem os propõem.

A vinculação da AF às cadeias de BCs deve ocorrer no contexto do desenvolvimento sustentável dos territórios rurais. Logo, a produção de matéria-prima deve preferir sistemas integrados de produção com o objetivo de minimizar as monoculturas e minimizar os processos produtivos que colocam em xeque os cultivos alimentares e a base dos recursos naturais⁴⁷.

A política tecnológica deveria incorporar (recuperar) explicitamente práticas tradicionais que promovem o manejo sustentável dos recursos naturais e prestar especial atenção à *inovação tecnológica apropriada* para a AF. No primeiro caso, se alude a práticas que utilizam sistemas de produção com cultivos múltiplos ou cultivos intercalados, como mecanismos de proteção do solo, da água e da biodiversidade. Em segundo lugar, alusão a técnicas e tecnologias para todos os elos das cadeias de biodiesel. Simultaneamente, difundem-se sistemas produtivos e práticas que incrementam processos de captação de CO² e outros de fixação de nutrientes no solo. Ambos abrem oportunidades para obter “benefícios” adicionais para plantação de determinado tipo de cultivos arbóreos.

A situação ideal para promover a coesão social e territorial é estabelecer fórmulas que facilitem a vinculação efetiva da AF aos diversos processos da cadeia de BC.

46 IICA (2005). *Síntesis ejecutiva*. Políticas para la prosperidad rural. Reunión Ministerial de Guayaquil, Ecuador.

47 IICA (2006). *Políticas para la prosperidad rural*. San José, Costa Rica.

Quanto maior for o número de elos, em que se possa participar na *co-gestão*, maior será o efeito distributivo em sua participação. Se a AF se limita a participar como mero assalariado da agroindústria ou como produtor da matéria-prima, existe uma alta probabilidade de que os lucros tendam a se concentrar nas mãos dos últimos. É possível inferir que as formas de produção associativa ofereçam um maior potencial para facilitar essa vinculação efetiva da AF aos diversos processos da cadeia de BC, como já informado. De fato, deve-se apelar a qualquer forma empresarial que permita atingir o intento. Evidentemente, empresas mistas ou de outra categoria poderiam facilitar essa tarefa.

As políticas para a incorporação massiva do BC como motor do DR devem, em princípio, apontar para o estabelecimento de uma matriz energética regional ou territorial que tenha como objetivo fundamental a inclusão social. Ligado a isso, deve haver uma redução drástica das diferenças regionais. Essa matriz regional deve incorporar um *menu* variado de opções para a geração de energia (hídrica, eólica, solar, etc.). O enfoque também exige um rápido processo de diversificação da produção de matéria-prima: além da soja, cultivos como o algodão, a palma, a mamona, o girassol, o amendoim e outros.

5.3. Políticas e Algo Mais

A essência dos argumentos colocados se fundamenta na necessidade de transitar para uma matriz “regional”, no caso brasileiro, de oferta de energia de fontes múltiplas que assegure sua sustentabilidade e se sustente nas vantagens comparativas de cada país e de cada território rural, no caso de países de maior tamanho.

Para alcançar esse propósito, é necessário conceber instrumentos de política que garantam a equidade na distribuição dos lucros – riquezas compartilhadas entre os territórios que produzem tal energia e outros “centros econômicos” –; minimizando as transferências rural-urbanas. Ao mesmo tempo, devem-se adotar medidas que consolidem referências legais e instrumentos de investimento que facilitem com que uma porção substantiva da riqueza gerada seja efetivamente investida para melhorar as condições de vida dos territórios rurais que a geram, garantindo o acesso a serviços sociais e produtivos às populações rurais.

As políticas e as referências legais devem apontar à promoção da coesão social e territorial. Por conseguinte, devem ter como objetivo afiançar formas de produção de tamanho médio cuja propriedade seja da AF. Nesse sentido, devem afinar-se aquelas

políticas e mecanismos legais⁴⁸ e institucionais em gestação, que parecem caminhar na direção correta⁴⁹.

Essas intervenções deveriam ser aprofundadas, ampliadas e complementadas com instrumentos de política *ad hoc* para que a AF e os territórios rurais consigam capturar os benefícios do “ouro verde”. Entre as principais:

- i) harmonizar as políticas de promoção de BC (da AF) com as políticas de DR, incorporando explicitamente múltiplos setores (comércio, ambiente, agricultura, entre outros), de maneira a permitir (ou possibilitar) que se transite da política setorial à política para a região e para os territórios;
- ii) estabelecer um programa de “ajuste e de ordenamento do setor” de BC da AF com visão de longo prazo e como parte integral da política de DR;
- iii) promover formas associativas, cooperativas ou coletivas para gerir a agroindústria rural, assim como parcelas (ou grupos de parcelas) com maior tamanho de produção (tais arranjos produtivos se sustentam tanto nas tradições culturais da sociedade rural como na necessidade de alcançar economias de escala para ganhar eficiência);
- iv) fortalecer programas de formação de capacidades da população rural para melhorar a gestão (manejo) de processos agroindustriais complexos;
- v) expandir os programas de inovação tecnológica específica para o manejo técnico das cadeias de BC com selo social, com o propósito de conseguir alianças entre a Embrapa, universidades, agroindústria (AI) e empresas rurais da AF⁵⁰;
- vi) promover a inovação tecnológica para a diversificação de matéria-prima para BC que não necessariamente concorra com cultivos alimentícios;

48 A Lei nº 11.097, de 2005, prevê a mistura de 2% de biodiesel no combustível até o fim deste ano e alcançando 5% em 2012. O MDA estabeleceu o selo de biocombustível social, que se confere aos produtores que adquiriram sua matéria-prima (oleaginosas) da AF (pelo menos 50% no Nordeste; 30% para a região Sul; e 10% para o Norte e o Centro-Oeste). Assim, garante a compra da produção da AF e ainda assegura serviços tecnológicos.

49 Alguns dos instrumentos para promover a inclusão social: mercado compulsório a partir de 2008 (B2, B5). Marco legal: CNPE, MME, ANP, MDA, BNDES, etc. Linhas de financiamento agrícola e industrial. Leilões de aquisição para estimular o consumo. Desenvolvimento tecnológico e programa de experiências. Selo combustível social – incentivos à participação da AF na cadeia. Recursos orçamentários. Contratos para cooperativas. Assistência técnica e capacitação para a AF. Oportunidades de negócios para serviços de cooperativas.

50 Este é o caso da equipe para a produção de biodiesel pelo método de “craqueamento”, desenvolvido pela Embrapa em associação com a Universidade de Brasília (UnB), que tem capacidade para produzir 800 litros a partir de oleaginosas como a mamona. Uma vez validada essa tecnologia, contribuiria para a inclusão social de comunidades isoladas. Ver <<http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/noticias/2007/julho/foldernoticia.2007-705.5605721790/noticia.2007-07-09.2367148196>>.

- vii) fortalecer mecanismos de financiamento para expandir as opções de incorporação da AF nos processos agroindustriais;
- viii) participar do ordenamento territorial: zoneamento produtivo, de maneira que se organize a produção de acordo com os princípios ambientais e minimize processos de substituição inapropriada de terra entre energia e comida; consolidar o zoneamento agrícola de acordo com as diretrizes técnicas surgidas dos órgãos competentes;
- ix) caracterizar, analisar e escalar as experiências-piloto que tenham sido exitosas como exemplo para estabelecer pautas de produção, transformação, transporte e distribuição do BC;
- x) avaliar o potencial para que, a par de produzir BC, se possa também receber bônus por serviços ambientais provenientes do incremento significativo da capacidade de fixação de CO².

6. BIBLIOGRAFIA

- APPLEYARD; FIELD. (1997). *Economía internacional*. Ed. McGraw-Hill, Madrid.
- BALDWIN, Richard, et al. (2003). *Economic Geography and Public Policy*. Princeton University Press. London. Em especial, os capítulos 16 e 17.
- BARTA, Patrick. *Crop prices pushing up cost of food globally*. In: **The Wall Street Journal**. April 12, 2007.
- BRANDMAIER, F. (DPA) *Biocombustibles: el sueño de Bush cuesta caro*. 11 de agosto del 2007. Sección BioNews, en Línea: <<http://www.biodiesel.com.ar/?p=395>>.
- BRAVO, E. (2006) *Biocombustibles, cultivos energéticos y soberanía alimentar: encendiendo el debate sobre biocombustibles*. In: **Acción ecológica**. Quito, Ecuador.
- BRAVO, E.; ALTIERI M. (2007). *La tragedia social y ecológica de la producción de biocombustibles agrícolas en las Américas*. In: **Directorio ecológico y natural**. En Línea: <<http://www.ecoportal.net/content/view/full/69023>>.
- CENTRO PERUANO DE ESTUDIOS SOCIAIS (Cepes). *Los biocombustibles: ocho preguntas y comentarios incómodos*. In: **Boletín electrónico del foro rural mundial**. Edición nº 20. Peru, 2007.
- CHILE. Chile Potencia Alimentar. *Aumento en el precio de los alimentos: ¿cuáles pueden ser sus consecuencias en Chile?* 19 de julio del 2007. Sección Análisis Alimentos. En Línea: <http://www.lanacion.cl/prontus_noticias/site/artic/20070705/pags/20070705221730>. <http://www.atinachile.cl/content/view/54887/Aumento_en_el_preço_de_los_alimentos_cuales_pueden_sersus_consecuencias_en_Chile.html>.
- CLOUET, Yves; TONNEAU, Jean-Philippe. Editeurs. *Quelle géographie au Cirad?* CIRAD: France, 1996.
- COMITÉ DE SEGURIDAD ALIMENTARIA MUNDIAL (2006) *“Evaluación de la Situação de la Segurança Alimentar Mundial”* (CFS:2007/2). Documento elaborado para el Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. Organización para la agricultura y la alimentación de las Naciones Unidas: Roma.

DUNCAN A. GUIMARÃES, Marcelo (2003). *Referências para um programa territorial de desenvolvimento rural sustentável*. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável (Condraf). Brasília/DF, Brasil.

DOORNBOSCH, R.; STEENBLIK R. *Biofuels in the cure worse than the disease?* Round table on sustainable development. OECD. Paris, 11-12 – september, 2007.

FAO (2007). *Land resources potential and constraints* (2000). Organización para la agricultura y la alimentación de las Naciones Unidas: Roma.

_____ (octubre, 2007). *Base de datos FAOSTAT*. Dirección de Estadística. Food and agriculture organization of the United Nations.

HAZELL, P; PACHAURI R. (december, 2006) *Bioenergy and agriculture: promises and challenges*. International Food Policy Research Institute. Focus, 14, nº 2. Washington D.C., USA.

IICA (2005). *Políticas para la Prosperidad Rural*. Reunión Ministerial de Guayaquil, Ecuador. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: Guayaquil, Ecuador.

_____ (2006). *Políticas para la Prosperidad Rural*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: San José, Costa Rica.

KRUGMAN, Paul. (1998). *Development, geography and economic theory*. MIT Press. Cambridge. Mass. USA.

LA NACIÓN. **Atribuyen a biocombustibles alza de lácteos**. La Nación en Chile, Sección Economía. Viernes 6 de Julio del 2007. En línea: <http://www.lanacion.cl/prontus_noticias/site/artic/20070705/pags/20070705221730.html>.

LIDEMA (2007). *Oportunidades y amenazas de la producción de agrocombustibles en Bolivia*. Resultados del seminario taller sobre agrocombustibles. Celebrado en La Paz, Bolivia, 25 de julio del 2007. Liga de Defensa del Medio Ambiente y el Proyecto Aire Limpio de la Cooperación Suiza.

OCDE – FAO (2007). *Perspectivas agrícolas 2007-2016*. Organización para la agricultura y la alimentación de las Naciones Unidas: Roma.

PARDO M. (2007). *La agricultura familiar en los tiempos de monocultivo*. In: **Revista Observatorio del Desarrollo**. Centro Latino Americano de Ecología Social (Claes) y Desarrollo, Economía, Ecología y Equidad América Latina (D3E). Uruguay.

PFAUMANN P. (2006). *Biocombustibles ¿La formula mágica para las economías rurales de ALC?* Departamento de Desarrollo Sostenible, Unidad de Desarrollo Rural Banco Interamericano de Desarrollo: BID.

PORTILLA, Melania (2005). *Gestão social do território: experiências no Estado do Maranhão*. In: **Série Desenvolvimento Rural Sustentável**. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA). Brasília, Brasil.

RÍOS, A. (2006). *Biocombustibles en América Latina y el Caribe*. In: **Perspectiva energética de la región**. Organización Latinoamericana de Energía (Olade).

SALAZAR, H. *Colombia/maíz: culpan al etanol por alzas*. Sección de Economía. BBC Mundo.com. En: <http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_6597000/6597449.stm>.

SEN, Amartya Kumar (2001). *Development as freedom*. Anchor Books. New York.

7. ANEXOS

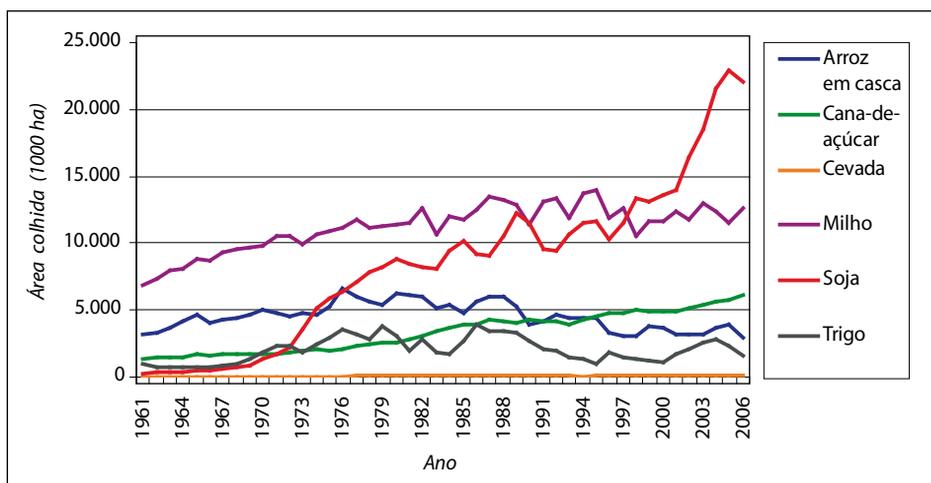
Anexo 1. Evolução da produção e consumo para a cana-de-açúcar e alguns cereais

No gráfico A.1, pode-se observar o rápido incremento da área colhida de soja, que passou de aproximadamente 5 milhões de hectares, no início da década de 70, para mais de 20 milhões de hectares, em 2004, o que evidencia a relativa importância que adquiriu o cultivo de soja no Brasil durante os últimos 30 anos. O cultivo de cana-de-açúcar também cresceu, ainda que não no mesmo nível alcançado pela soja, colhendo-se, em 2006, cerca de 6,2 milhões de hectares.

No resto dos cereais, há uma maior variabilidade na área colhida: o milho se manteve entre 10 e 14 milhões de hectares, a partir de 1974. Já arroz e trigo (em relação à área colhida) mantiveram-se abaixo dos níveis alcançados em 1976 e 1986, respectivamente. Por último, a área colhida de cevada não superou os 166,88 mil hectares, cifra alcançada em 1982, área muito inferior se comparada com os demais produtos agrícolas.

Gráfico A.1

Brasil: área colhida de cana-de-açúcar e alguns cereais (1961-2006) – em milhares de hectares



Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

O gráfico A.2 mostra a evolução da quantidade produzida de cana-de-açúcar e de alguns grãos. Revela um panorama distinto de A.1, sendo a cana-de-açúcar a que alcançou o maior crescimento na produção em comparação com os cereais. A produção passou de 59,4 milhões de toneladas, em 1961, a 455,3 milhões de toneladas, em 2006. Comparativamente, o milho e a soja cresceram em níveis muito similares, sendo a produção maior para este último em 2006 (52,4 milhões de toneladas).

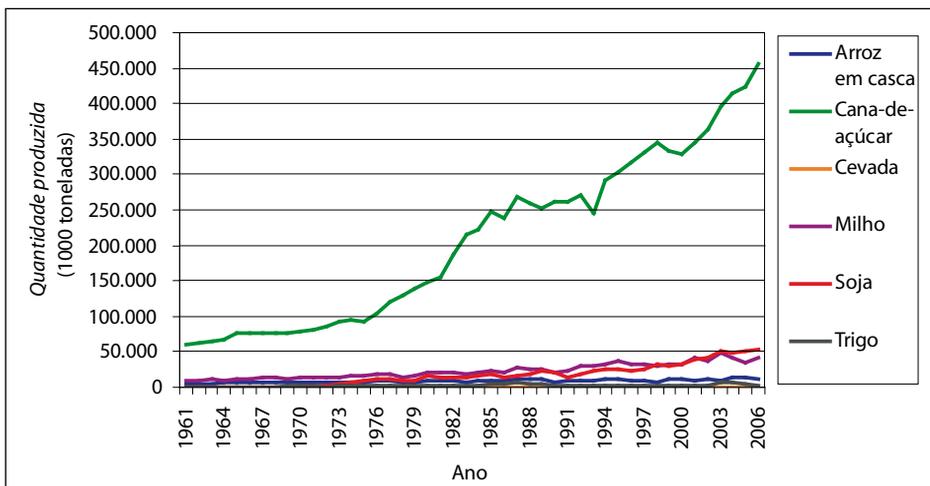
Em 2004, o Brasil produziu a maior quantidade de arroz desde 1961, alcançando os 13,3 milhões de toneladas. Vale ressaltar que desde 1990 a produção de arroz tem oscilado entre esse valor (13,3 milhões) e 7,4 milhões de toneladas.

No caso do trigo e da cevada, a produção média nos últimos 16 anos tem sido de 3 milhões e 227 mil toneladas, respectivamente. A diferença que surge nas tendências de A.1 e A.2 pode ser explicada com a ajuda do gráfico A.3, que apresenta o rendimento por hectare na produção desses bens agrícolas.

Claramente a cana-de-açúcar mostra um crescimento e um rendimento maior em comparação aos cereais, o que justifica o importante incremento na produção, dado o crescimento da área colhida de cana-de-açúcar. O rendimento por hectare no caso dos cereais (e em comparação com a cana-de-açúcar) se mantém em níveis bastante similares, que não superam, em nenhum caso, os 4 mil kg/ha.

Gráfico A.2

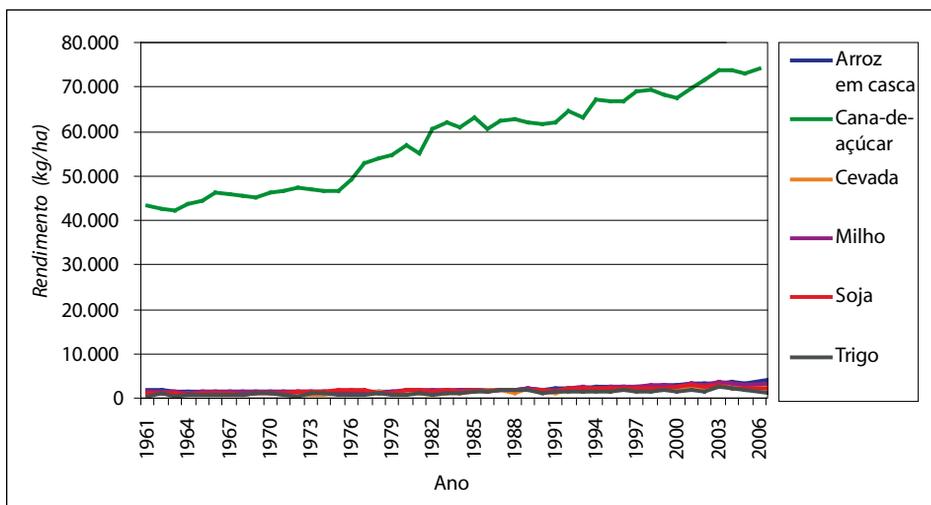
Brasil: quantidade produzida de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1961-2006) – em milhares de toneladas



Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

Gráfico A.3

Brasil: rendimento por hectare na produção de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1961-2006) – em quilos por hectare



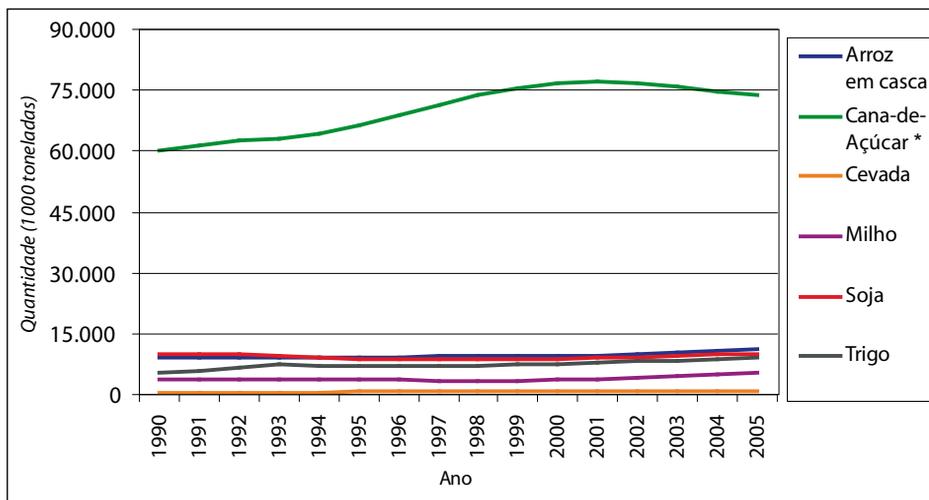
Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

Os gráficos A.4 e A.5 servem para ilustrar a quantidade dedicada ao consumo dos bens agrícolas em análise. No caso do A.4, que mostra a quantidade em milhares de toneladas consumidas por ano no Brasil, está claro como o consumo de cana-de-açúcar supera em muito o consumo de cereais que, a partir de 2001, inicia uma tendência decrescente. Em contraste, a cevada é o produto de menor consumo anual, o que poderia explicar a pouca produção (em relação à cana-de-açúcar) no Brasil.

A situação do consumo é mais clara ao se contrastar com o gráfico A.5, que mostra o consumo em quilo/calorias por dia (por pessoa). As informações constantes deste gráfico servem para reafirmar o que foi dito em relação à cana-de-açúcar e à cevada, mas, além disso, clarifica a evolução do consumo no caso dos demais cereais.

Gráfico A.4

Brasil: quantidade de cana-de-açúcar e de alguns cereais dedicadas ao consumo (1990-2005) – em milhares de toneladas

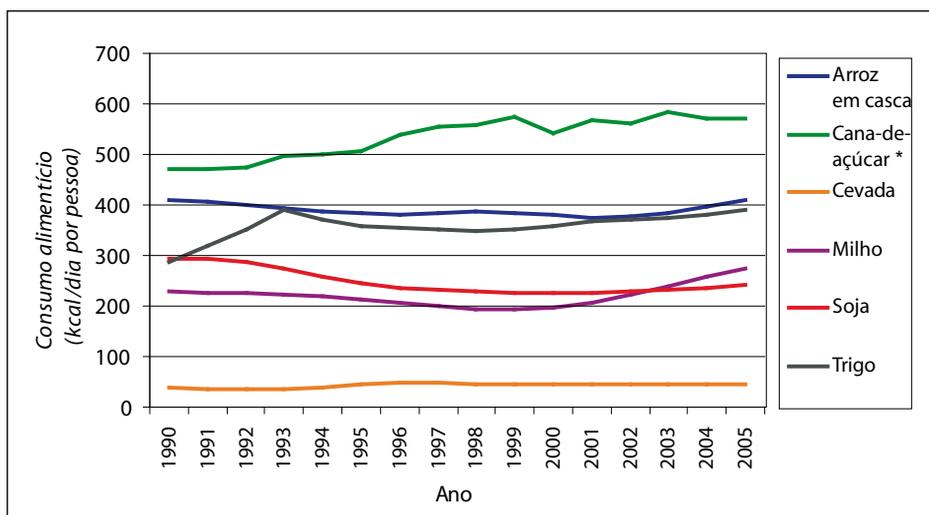


* Inclui outros cultivos açucareiros.

Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

Gráfico A.5

Brasil: consumo de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1990-2005) – em quilos/calorias/dia por pessoa



* Inclui outros cultivos açucareiros.

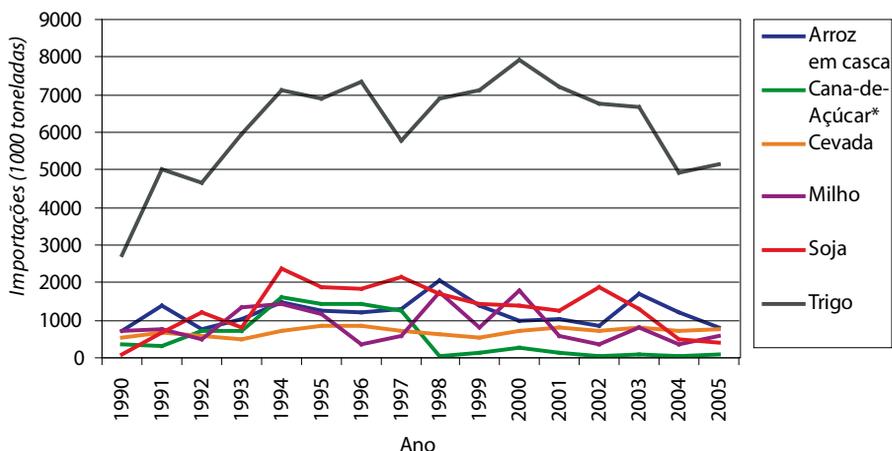
Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

Anexo 2. Evolução das importações e exportações e o valor unitário das quantidades estandardizadas de cana-de-açúcar e de alguns cereais

Os gráficos A.6 e A.7 mostram o panorama comercial⁵¹ e dos grãos para o Brasil. Claramente, o trigo representa o maior volume de importações, o que evidencia que a produção interna não é suficiente para cobrir a demanda local desse grão. No caso do gráfico A.7, a cana-de-açúcar⁵² e a soja são os que representam o maior volume de exportação, o que está associado ao rápido incremento na área colhida de soja e o aumento na quantidade produzida de cana-de-açúcar. Ao se comparar o nível de importações e de exportações da soja e da cana-de-açúcar, claramente existe um saldo comercial positivo para o Brasil nesses produtos.

Gráfico A.6

Brasil importações: quantidades estandardizadas de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1990-2005) – em milhares de toneladas



* Inclui outros cultivos açucareiros.

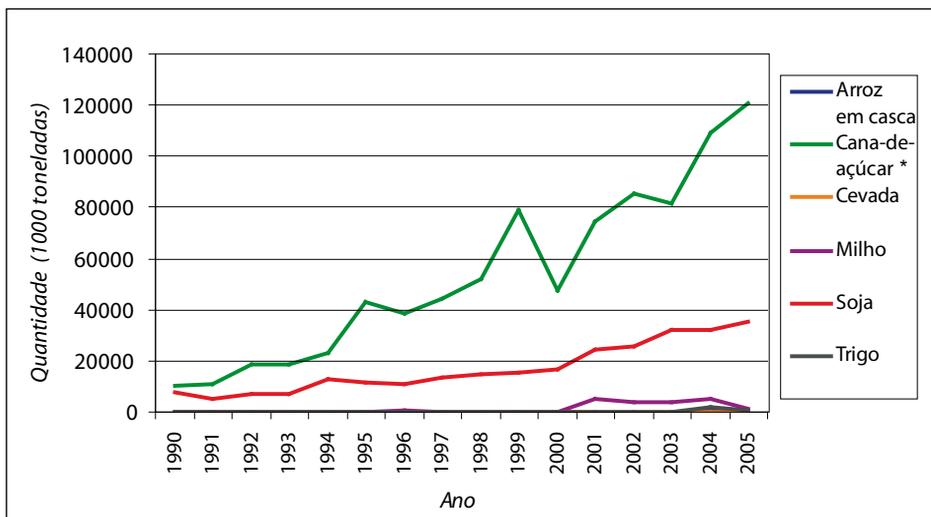
Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

51 Os dados do comércio mostrados aqui foram convertidos, a partir do comércio detalhado (incluindo produtos básicos transformados), em equivalentes primários, como todos os outros produtos básicos do Faostat central (Faostat | © FAO – Dirección de Estadística/2007 | 3 octubre 2007).

52 Como produto básico transformado.

Gráfico A.7

Brasil exportações: quantidades standardizadas de cana-de-açúcar e alguns cereais (1990-2005) – em milhares de toneladas



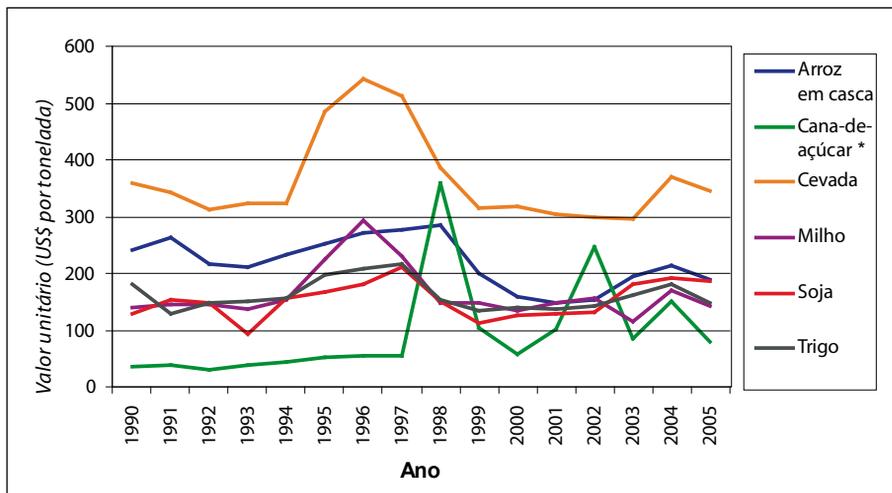
* Inclui outros cultivos açucareiros.

Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

Os gráficos A.8 e A.9 se referem ao valor unitário standardizado das importações e exportações. É de encurtar a diferença existente entre o valor unitário da importação de cevada e o de exportação. No primeiro caso, só nos anos 1997 e 1998, superou os US\$ 500/tonelada, enquanto o valor unitário de exportação, com exceção do ano 2001, esteve acima dos US\$ 740/tonelada. No caso do arroz, da cana-de-açúcar e do milho, o valor unitário standardizado das exportações (com algumas exceções) foi maior do que o valor unitário standardizado das importações. O oposto ocorre com o trigo. Menos clara é a situação da soja, cujos valores oscilaram entre US\$ 100 e US\$ 200 dólares por tonelada.

Gráfico A.8

Brasil: valor unitário estandardizado das importações de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1990-2005) – em US\$ por tonelada

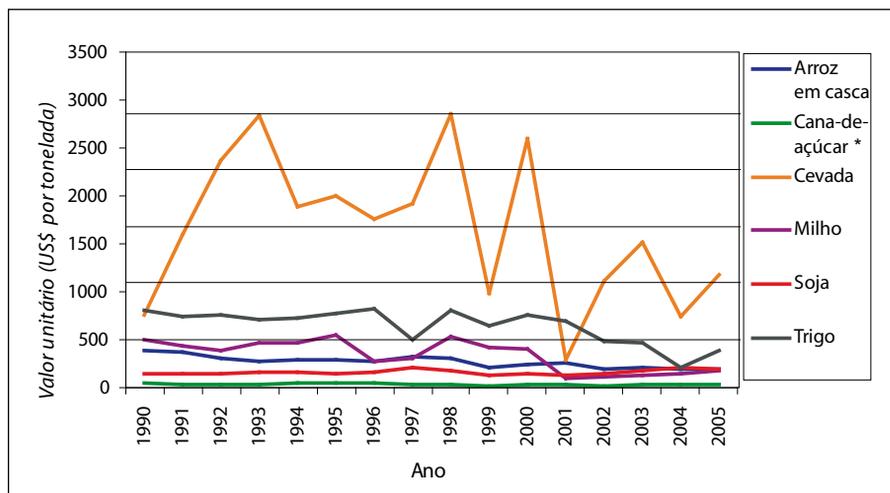


* Inclui outros cultivos açucareiros.

Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

Gráfico A.9

Brasil: valor unitário estandardizado das exportações de cana-de-açúcar e de alguns cereais (1990-2005) – em US\$ por tonelada



* Inclui outros cultivos açucareiros.

Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

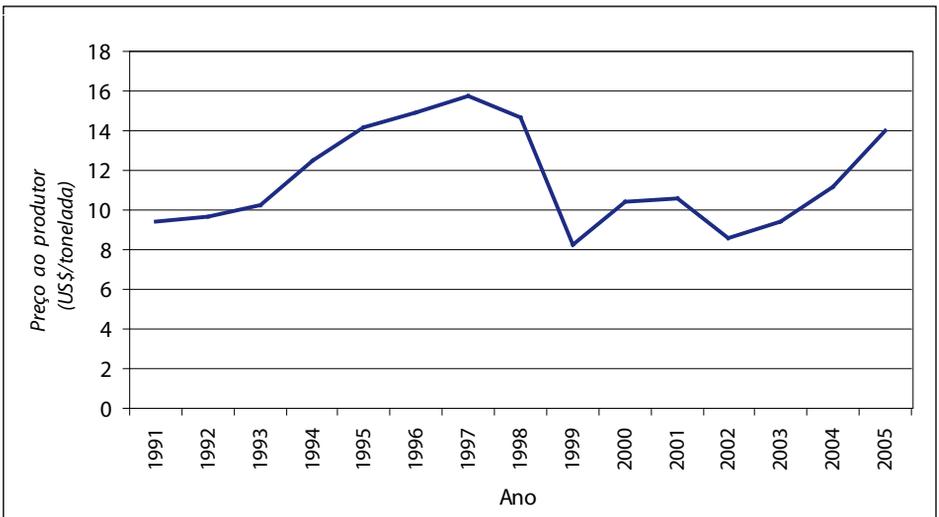
Anexo 3. Preço ao produtor e as contas de fornecimento e utilização da cana-de-açúcar

A evolução do preço ao produtor da cana-de-açúcar mostra dois períodos importantes de crescimento: o primeiro vai de 1991 a 1997 e o segundo de 2002 a 2005.

Complementariamente, os gráficos A.11 e A.12 mostram a relação entre os preços pagos ao produtor versus a área colhida e a quantidade produzida, respectivamente. Eles servem para ver a relação positiva que pode existir entre o preço pago ao produtor e as variáveis de produção, relação que se apresenta em dois períodos: 1994 a 1997 e 2002 a 2005. Destaca-se que os valores das variáveis de produção continuaram aumentando nos períodos em que o preço ao produtor diminuiu.

Gráfico A.10

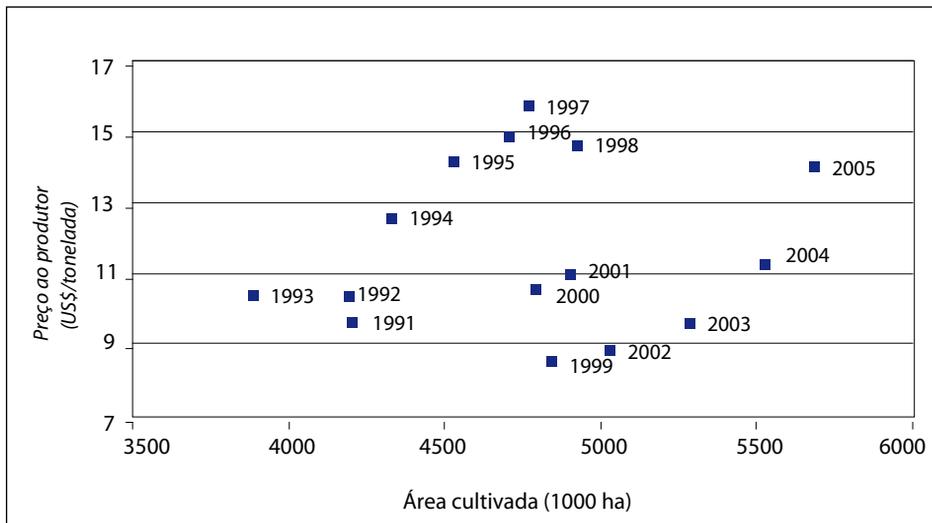
Brasil: preço ao produtor de cana-de-açúcar (1991-2005) – em US\$ por tonelada



Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

Gráfico A.11

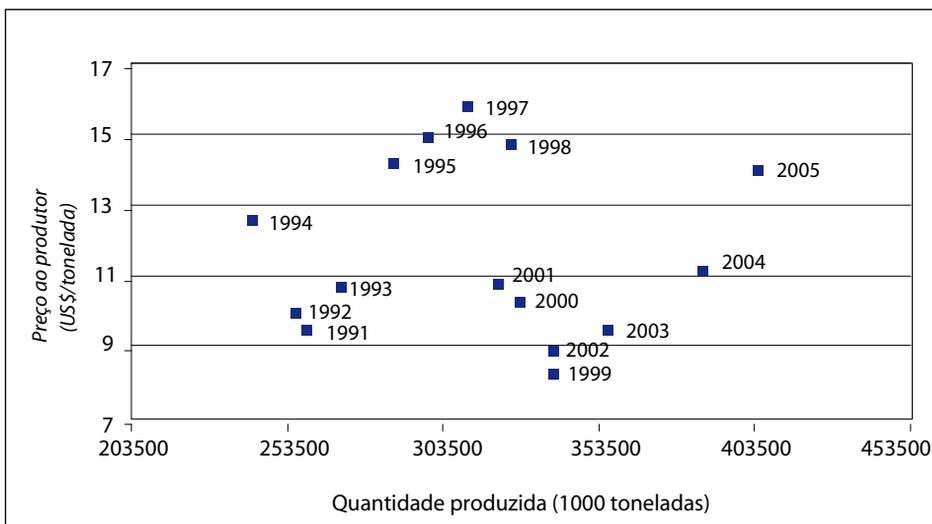
Brasil: preço ao produtor de cana-de-açúcar e área colhida (1991-2005)



Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

Gráfico A.12

Brasil: preço ao produtor de cana-de-açúcar e quantidade produzida (1991-2005)



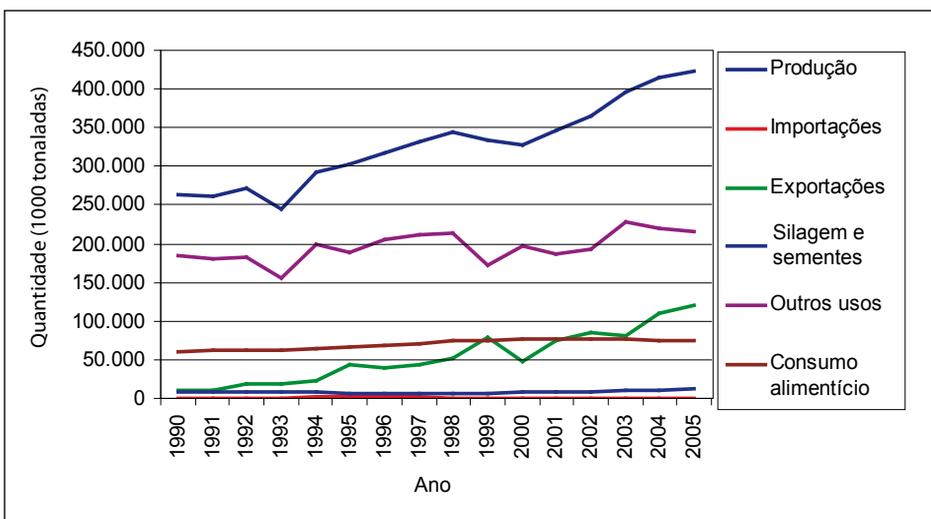
Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

Os gráficos A.13 e A.14 servem para ilustrar como os fornecimentos de cana-de-açúcar (produção local e importações) se distribuem entre os diferentes usos (exportações, forragem e sementes, outros usos líquidos e consumo alimentício). Assim, no A.13 mostra que a quantidade de cana-de-açúcar dedicada ao consumo alimentício, forragem e sementes tem crescido a um ritmo muito menor em relação à produção local, diferentemente do que tem sido destinado às exportações e em maior medida a outros usos.

As quantidades importadas de açúcar tiveram maior importância durante o período 1993-1997. Posteriormente, a quantidade importada caiu. O gráfico A.14 serve para reafirmar como os outros usos superam as quantidades dedicadas à forragem e às sementes, ao consumo e às exportações, em especial, nos últimos anos.

Gráfico A.13

Brasil: conta de fornecimento e utilização⁵³ da cana-de-açúcar (1990-2005)

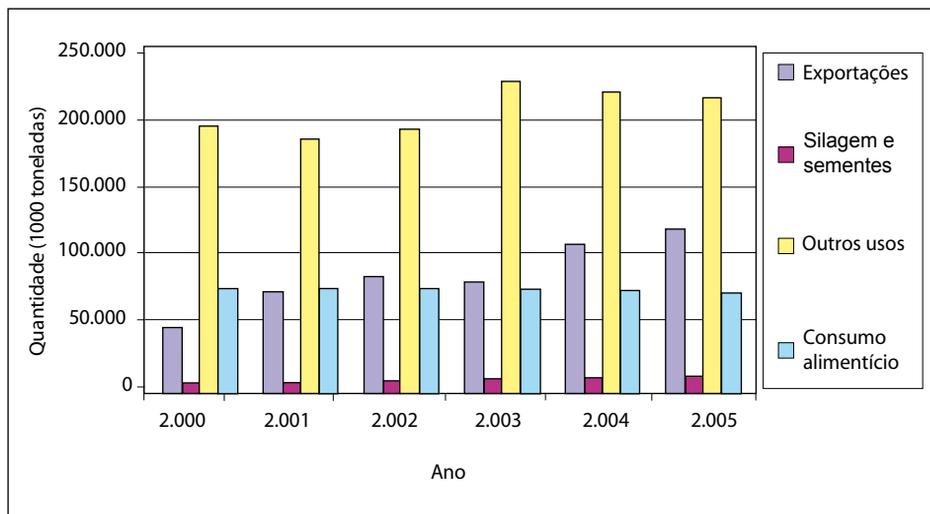


Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

53 As contas de fornecimento e utilização da FAO permitem visualizar os dados de produção, importação, exportação, forragem e sementes, outros usos e o residual de consumo de alimentos.

Gráfico A.14

Brasil: utilização da cana-de-açúcar (2000-2005) – em milhares de toneladas



Fonte: Faostat/FAO. Direção de Estatística, outubro de 2007.

PARTE II

AGROENERGIA E DESENVOLVIMENTO DE COMUNIDADES RURAIS ISOLADAS

John Wilkinson (Coordenador)
Breno Tiburcio (Pesquisador)
Selena Herrera (Pesquisadora)

Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais
em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade
da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(CPDA/UFRRJ)

AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos pela atenção e colaboração de toda a equipe do Ministério de Minas e Energia (MME), do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) e do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), em especial a:

- Carlos Miranda (IICA);
- Rodrigo Germano (IICA);
- Patrícia Porto (IICA);
- Michela Alves (IICA);
- João Ramis (MME);
- Antonio João da Silva (MME);
- Marcelo Zonta (MME);
- Hélio Morito Shinoda (MME);
- Aurélio Farias (MME);
- Jean Pierre Medaets (MME);
- Armando Munguba (MME);
- Arnaldo de Campos (MDA).

Especial agradecimento também à colaboração do senhor Roberto Amaral (MME), notadamente pelo fornecimento dos preciosos dados sobre o estado da arte das boas práticas da Região Norte.

LISTA DE SIGLAS

ADA – Agência de Desenvolvimento da Amazônia
Adene – Agência do Desenvolvimento do Nordeste
Afloram – Agência de Florestas e Negócios Sustentáveis do Amazonas
Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Asaex – Associação dos Seringueiros do Baixo Rio Ouro Preto
Ascalba – Associação Comunitária Agrícola da Liberdade do Apoquitaua
Ater – Assistência Técnica Agrícola e Extensão Rural
Atexma – Associação dos Trabalhadores Agroextrativista do Assentamento do Maracá
Basa – Banco da Amazônia
BB – Banco do Brasil
BED – Brasil Ecodiesel
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento
Biopampa – Cooperativa de Biocombustíveis da Região do Pampa Gaúcho
BNB – Banco do Nordeste
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social
BUN – Biomass Users Network do Brasil
CBEE – Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial
CCC – Conta de Consumo de Combustível
CDEAM – Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico
Ceam – Centrais Energéticas do Amazonas
CEF – Caixa Econômica Federal
Celpa – Centrais Elétricas do Pará
Cemig – Centrais Elétricas de Minas Gerais
Cenbio – Centro Nacional de Referência em Biomassa
Cepel – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
Ceron – Centrais Elétricas de Rondônia S/A
Cerpch – Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas
Ceulp – Centro Universitário Luterano de Palmas
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNPT – Centro Nacional de Populações Tradicionais
Codaemj – Cooperativa de Eletrificação Rural e Agroextrativista da Reserva Extrativista do Médio Juruá
Combio – Conselho Municipal de Biocombustíveis

Contag – Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura
Cooperaex – Cooperativa Energética Agroextrativista Nossa Senhora do Seringueiro
Cooperbio – Cooperativa Mista de Produção, Industrialização e Comercialização de Biocombustíveis do Brasil
Coppe – Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia
Crerall – Cooperativa Regional de Eletrificação Rural do Alto Uruguai
DDD – Departamento de Desenvolvimento Energético
DEC – Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DED – Serviço Alemão de Cooperação Técnica e Social
Denatran – Departamento Nacional de Trânsito
Detran – Departamento Estadual de Trânsito
DPF - Fundação Desembargador Paulo Feitoza
Eletroacre – Companhia de Eletricidade do Acre
Eletrobrás – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
Eletronorte – Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
Emater – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
Fapeam – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas
Fapesb – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia
FEC – Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
Fetraf – Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar
Finatec – Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos
Finep – Financiadora de Estudos e Projetos
FSADU – Fundação Sousaândrade de Apoio à Universidade Federal do Maranhão UFMA
– Universidade Federal do Maranhão
Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa (Fundacep)
Funtac – Fundação de Tecnologia do Acre
Gedae – Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas
GET – *Global Energy and Telecommunication*
GPERS – Grupo de Pesquisa Energia Renovável Sustentável
GTON – Grupo Técnico Operacional da Região Norte
GTZ – *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH* – Cooperação Técnica Alemã
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ideis – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Inclusão Social
Idesp – Instituto do Desenvolvimento Econômico Social do Pará
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IE – Instituto Ecológica de Palmas
IEE – Institute of International Education
IEE – Instituto de Eletrotécnica e Energia
IEM – Instituto de Engenharia Mecânica

Incra – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
Ivig – Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais
kVA – quilovolt-ampere
kW – quilowatt
kWp – quilowatt-pico
Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCH – Micro Central Hidroelétrica
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDS – Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
MIDC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MME – Ministério de Minas e Energia
MPA – Movimento dos Pequenos Agricultores
MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
Neram – Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia
Nest – Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída
ONGs – Organizações não governamentais
Oscip – Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
P&D – Programa de Pesquisa e Desenvolvimento
PAM – Produção Agrícola Municipal
PCHs – pequenas centrais hidrelétricas
PDTI – Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial
PEB – Programa Estadual do Biodiesel
PIE – Produtor Independente de Energia
PNPB – Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
Probio – Programa de Incentivo à Produção de Biocombustível
Prodeem – Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios
Proesco – Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética
Proinfra – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
Pronaf – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
Repas – Rede Evangélica Paranaense de Assistência Social
Seagro – Secretaria de Agricultura, Pecuária e do Abastecimento do Tocantins
Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SECT – Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia
Sectam – Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente
Seplands – Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável
SFD – sistemas fotovoltaicos domiciliares
SHE – Sistemas Híbridos de Energia

SIN – Sistema Interligado Nacional
SPE – Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético
Tecpar – Instituto de Tecnologia do Paraná
TH – Turbina Hidrocinética
Ufac – Universidade Federal do Acre
Ufam – Universidade Federal do Amazonas
UFMT – Universidade Federal do Mato Grosso
UFPA – Universidade Federal do Pará
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria
UFT – Universidade Federal do Tocantins
UnB – Universidade de Brasília
Unicamp – Universidade de Campinas
Unifei – Universidade Federal de Itajubá
Unir – Fundação Universidade Federal de Rondônia
URI – Universidade Regional Integrada
USP – Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Números absolutos de exclusão elétrica rural por Estado da Federação	83
Figura 2.1	Mapa de exclusão	84
Figura 2.2.	Ações e atores do Plano Nacional de Agroenergia	101
Figura 3.1.	Cartaz do Fogão Doméstico	131
Figura 3.2.	Exemplo de aplicação do biogás	133
Figura 3.3.	Formas de uso de óleos vegetais	134
Figura 3.4.	Processos de produção de biodiesel: <i>esterificação (esq.) e transesterificação (dir.)</i>	136
Figura 3.5.	Usina de cana-de-açúcar da Coopercana de Porto Xavier	144
Figura 3.6.	Produção descentralizada de álcool Cooperbio/Petrobras	145
Figura 3.7.	Construção da <i>microusina</i> da Crerel, no município de Sananduva (RS)	146
Figura 3.8.	Turbina Indalma (esq.) e MCH na Comunidade do Açaizal, município de Belterra (PA) (dir.)	147
Figura 3.9.	Distribuição dos SHEs na Região Amazônica	150
Figura 3.10.	SHE Solar-Eólico-Diesel para Eletrificação da Comunidade de Tamaruteua, município de Marapanim (PA)	152
Figura 4.1.	Áreas de concentração da produção de cana-de-açúcar, soja, girassol, mamona, dendê, carvão vegetal e lenha	157
Figura 4.2.	Área de expansão da agricultura de energia	159
Figura 4.3.	Potencial de geração de energia elétrica	164
Figura 4.4.	Subprodutos de uma tonelada de cachos de dendê (1 hectare de dendê produz 20 toneladas de cachos)	170
Figura 4.5.	Empresas com selo combustível social (PNPB)	171
Figura 5.1.	Montagem da turbina em Caraná, Rio Maracá	178
Figura 5.2.	Turbinas Indalma (esq.) e Caixa de captação e conduto da MCH na Comunidade de São Jorge (dir.)	179
Figura 5.3.	Sistema energético para bombeamento de água	180
Figura 5.4.	Torres eólicas na Comunidade de Tamarateua (PA)	181
Figura 5.5.	Modelos de gestão da produção de energia em comunidades isoladas	188
Figura 5.6.	Modelo prisma: micro-central elétrica administrada por uma micro-PIE (<i>microprodutor</i> independente de energia)	190
Figura 5.7.	Modelo descentralizado de produção da Cooperbio	191

Figura A.1.	Montagem da turbina em Caranã, Rio Maracá	219
Figura A.2.	Tomada de água: local de limpeza diária de folhas e galhos que descem pelo rio	221
Figura A.3.	Vista dos três galpões: fábrica de gelo à esquerda; fábrica de óleo de buriti no centro (atrás da placa de identificação da obra); e a usina de energia à direita	222
Figura A.4.	Montagem do equipamento (dificuldade de instalação)	225
Figura A.5.	Transporte da planta de biodiesel	225
Figura A.6.	Sistema fotovoltaico domiciliar SIGFI13 na Comunidade São Francisco de Aiucá (AM)	226
Figura A.7.	Sistema pré-pago	228
Figura A.8.	Eletrificação da Vila de Sucuriju com SHE	231
Figura A.9.	Organograma funcional dos equipamentos	232
Figura A.10.	Ilustração do <i>hidrolisador</i> e reservatório de hidrogênio	233
Figura A.11.	Projeto Enermad	234
Figura A.12.	Extração de óleo da reserva extrativista de babaçu	235
Figura A.13.	<i>Kit</i> de conversão do projeto Provegam	236
Figura A.14.	Projeto Neram	238
Figura A.15.	<i>Gaseificador</i> do projeto Gaseibras	241
Figura A.16.	<i>Miniusina</i> de produção de etanol a partir da batata doce (UFT)	243
Figura A.17.	Motor Stirling de 3 kW e de 35 kW	244
Figura A.18.	<i>Gaseificador</i> de biomassa acoplado a um motor Stirling	245
Figura A.19.	Arranjo solar fotovoltaico de Vila Campinas	247
Figura A.20.	Sistema de condicionamento de potência de Praia Grande	248
Figura A.21.	Grupos geradores a diesel de Araras	249
Figura A.22.	Vista geral do sistema de São Tomé	250
Figura A.23.	<i>Miniusina de craqueamento</i> da UnB instalada na Embrapa	251
Figura A.24.	Usina de biodiesel da Agropalma	254
Figura A.25.	Módulos fotovoltaicos e domicílio beneficiado	255
Figura A.26.	Usina de biodiesel de Maués (produção de 200 litros/carga/6h)	256

LISTA DE TABELAS

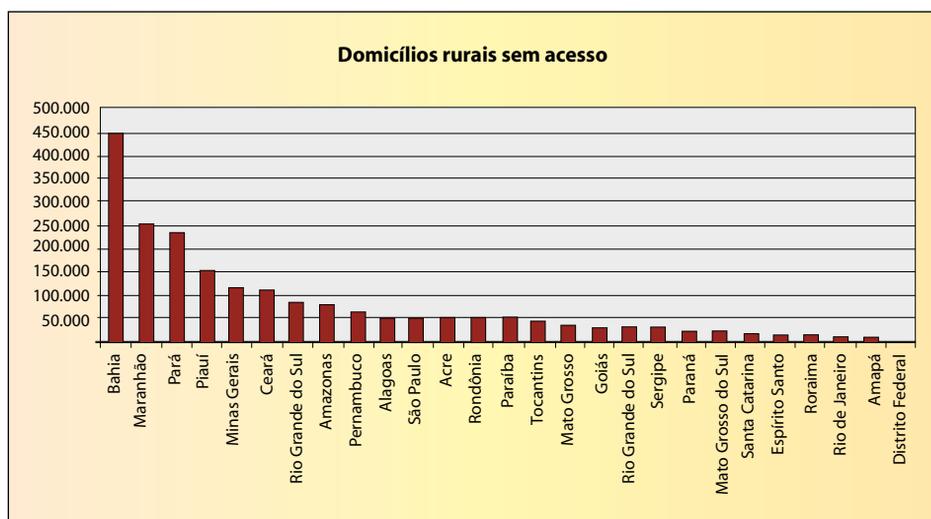
Tabela 1.1.	Brasil: duas faces da agroenergia	93
Tabela 1.2.	Dois cenários territoriais para o biodiesel	95
Tabela 2.1.	Alíquotas de PIS/PASEP e de Cofins aplicadas ao biodiesel	103
Tabela 2.2.	Impacto das ações de governo na agricultura familiar até março de 2007	105
Tabela 2.3.	Algumas características de matérias-primas disponíveis em função da região	107
Tabela 2.4.	Consumo de óleo diesel (2006) pelos sistemas isolados	108
Tabela 3.1.	Custos de instalação e de geração das principais fontes primárias de energia disponíveis na Amazônia	130
Tabela 3.2.	Características da unidade de biodiesel da Agropalma	137
Tabela 3.3.	Alguns fabricantes brasileiros de usinas de biodiesel	139
Tabela 3.4.	Micro e mini centrais Indalma em funcionamento	148
Tabela 4.1.	Sementes oleaginosas adaptadas à Região Amazônica	165
Tabela 4.2.	Produção de óleos vegetais (em toneladas) das <i>microusinas</i> do Estado do Amazonas	166
Tabela 4.3.	Resultados disponibilizados pelo fabricante da mini-prensa MPE-40	166
Tabela 4.4.	Empresas com selo combustível social (PNPB)	168
Tabela 5.1.	Dimensões típicas de algumas tecnologias para comunidades isoladas	176
Tabela 5.2.	Análise das tecnologias utilizadas nos projetos monitorados pelo MME	177
Tabela A.1.	Tecnologias em implantação pela Eletronorte na Amazônia	209
Tabela A.2.	Projetos apoiados pelo DDE/SPE/MME	211
Tabela A.3.	Lista dos projetos-piloto em curso e estágio atual	216
Tabela A.4.	Resumo dos indicadores de avaliação dos projetos no bioma Amazônia	258
Tabela A.5.	Indicadores de avaliação dos projetos no bioma Amazônia	260

APRESENTAÇÃO, INTRODUÇÃO E METODOLOGIA

O atendimento de energia elétrica às populações rurais brasileiras ainda não atendidas representa um enorme desafio para o país, pois se refere a um contingente de cerca de 10 milhões de brasileiros que vivem no campo, distribuídos em dois milhões de domicílios – representando 80% do total nacional da exclusão elétrica, segundo dados do Ministério de Minas e Energia.

Figura 1

Números absolutos de exclusão elétrica rural por estado da Federação



Fonte: MME, 2005.

Buainain (2006) indica que a energia elétrica é um insumo-chave para a adoção de técnicas de produção e de conservação dos produtos para o bem-estar das famílias. A disponibilidade de energia facilita a irrigação, o uso de máquinas de beneficiamento, a capacidade de aprendizagem (por causa da luz), entre outros benefícios. A Figura 2.1 mostra a clara relação entre a exclusão elétrica e o baixo IDH.

Figura 2.1

Mapa de IDH X Percentuais de domicílios rurais não atendidos

Figura A - Índice de Desenvolvimento Humano

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, 2000

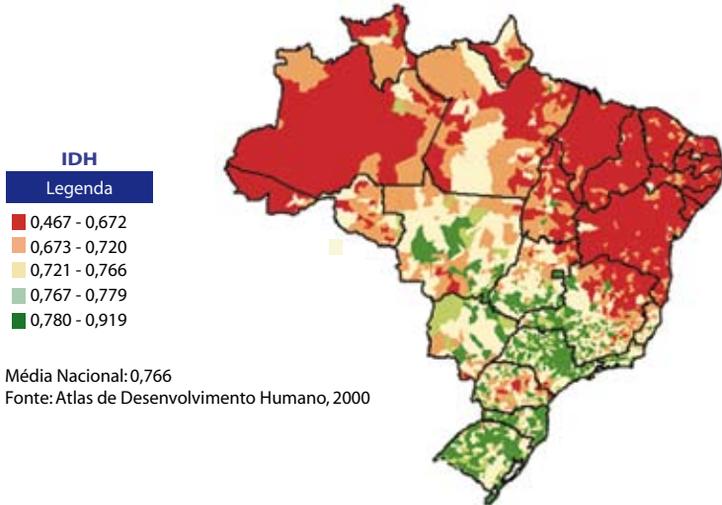
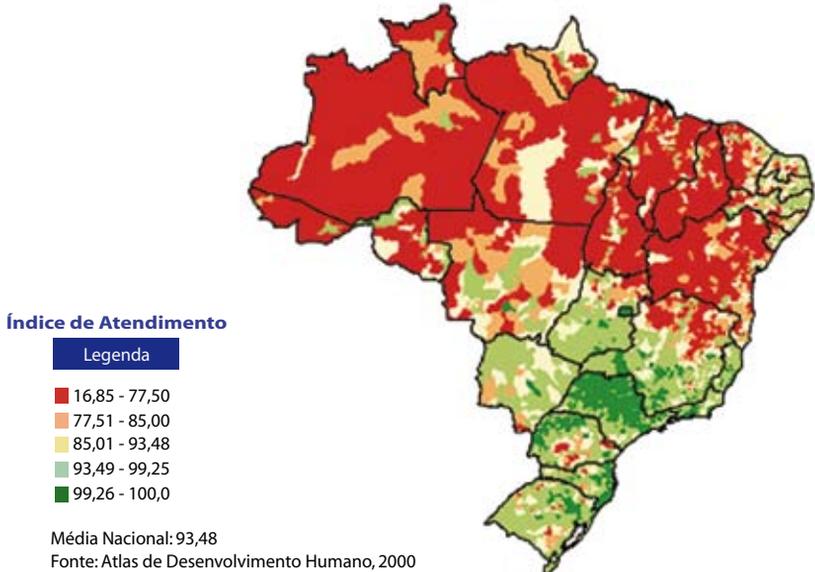


Figura B - Índices percentuais de domicílios rurais não atendidos, por região, em relação ao total no Brasil

Percentual de pessoas que vivem em domicílios com energia elétrica, 2000



Fonte: MME, 2008 (<http://www.mme.gov.br/>)

Conforme a definição dada pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), no Edital CT-Energ/MME/CNPq n° 3/2003, uma localidade isolada está formada por aglomerados de, pelo menos, dez residências que não possuam suprimento de energia elétrica proveniente da rede básica de sistema interligado de transmissão nacional ou que não venham a ser atendidas pela rede básica até o ano 2010.

Para elaborar este documento, foram analisadas as políticas públicas em relação à agroenergia, tanto federais como estaduais e municipais. Houve um levantamento das publicações e das atividades de Centros de Pesquisa e de Organizações Não-Governamentais (ONGs) que se preocupam com o tema. Ao mesmo tempo, realizou-se um rastreamento de teses, dissertações e revistas especializadas e contribuições do fórum virtual, promovido pelo IICA sobre esse tema, entre junho e setembro de 2007, foram incorporadas. Por fim, juntaram-se ao material dados colhidos em entrevistas com os principais atores envolvidos com a temática.

REFERÊNCIAS

BUAINAIN, A.; MEIRELLES SOUZA FILHO, H. (colaborador). *Agricultura familiar, agroecológica e desenvolvimento sustentável: questões para debate*. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), Brasília, 2006.

CASTRO, J. C. *Atendimento energético a pequenas comunidades isoladas: barreiras e possibilidades*. T&C Amazônia, Ano III, nº 6, pág. 30-35, janeiro de 2005. Disponível no site <https://portal.fucapi.br/tec/imagens/revistas/ed006_030_035.pdf>. Último acesso no dia 4 de setembro de 2007.

1. AGROENERGIA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL NO BRASIL

Prof. John Wilkinson

(CPDA/DDAS/UFRRJ)

Hoje agroenergia – etanol e biodiesel – se tornou o foco privilegiado de investimentos por parte do *agribusiness global*. O alto preço do petróleo, por um lado, e os acordos no âmbito do protocolo de Kyoto, por outro, são apontados como fatores que explicam tanto a urgência, quanto o caráter estratégico das iniciativas para promover agroenergia.

As decisões de governos, sobretudo dos Estados Unidos e dos países da União Européia, de incorporar e/ou aumentar a participação de etanol e de biodiesel na matriz energética para transporte, simultaneamente, definiram as dimensões desse mercado e asseguraram um ambiente favorável a investimentos. O Brasil, como veremos, ocupa uma posição estratégica por ser o País de mais baixo custo e de maior potencial produtivo. Ao mesmo tempo, o seu domínio tecnológico do conjunto da cadeia o coloca em condições de se transformar num *global player* quanto à expansão de agroenergia, sobretudo, na América Latina e no continente africano.

Neste breve capítulo introdutório, constam dados sobre as principais metas e iniciativas em âmbito global, tanto de governos, quanto do setor privado, nos dois ramos da agroenergia – etanol e biodiesel. Em seguida, explicita-se a posição do Brasil no cenário global, que se destaca por desenvolver – ao mesmo tempo – etanol e biodiesel. São apresentados os perfis dessas duas atividades (com prioridades e metas bem distintas), e avaliadas suas implicações territoriais, ressaltando as dinâmicas diferenciadas e mostrando as trajetórias diversas.

Quadro global

Em 2006, os maiores produtores de etanol eram, de longe, os Estados Unidos e o Brasil, com 18 e 17 milhões de toneladas respectivamente. Em seguida, China (com 4 milhões de toneladas) e Índia (com 2 milhões). O conjunto da União Européia foi responsável por 3 milhões de toneladas. Mais 7 milhões de toneladas foram pulverizadas entre dezenas de outros países, com destaque para Canadá, África do Sul, Tailândia e Ucrânia.

Mais de 40 países têm legislação para promover biocombustíveis, cujas metas de produção implicam importações em grande escala. O Japão pretende alcançar uma mistura de 10% de bioetanol, o que exigirá 6 bilhões de litros, meta bem distante dos atuais 114 milhões de litros produzidos. Calcula-se que, em 2020, a China terá um *deficit* de 11 bilhões de litros. Infere-se o surgimento de um mercado internacional amparado em metas governamentais e, neste mercado, o Brasil se destaca pela sua competitividade em preço, em saldo energético e em capacidade de ampliação produtiva. A África também está sendo alvo de investimentos de vulto, inclusive, por parte do Brasil.

No caso do biodiesel, trata-se, por enquanto, de um volume bem menor com uma produção global de 5,4 milhões de toneladas, em 2006, contra 43 milhões de etanol. A Europa é o centro desse mercado tanto em termos de produção quanto de importação. Mesmo com uma produção de 2,2 milhões de toneladas na Alemanha, 750.000 toneladas na Itália e mais 690.000 toneladas em outros países, esse continente depende de importações para cumprir as suas metas. No momento, essas importações vêm do Sudeste da Ásia, onde existem grandes plantações de dendê.

Com base nos projetos de investimentos, aproximadamente 20 milhões de hectares serão incorporados em novas plantações voltadas para o biocombustível nos países europeus. Os investimentos acontecerão em drenagem de pântanos e/ou no desmatamento de florestas tropicais, o que tem levado a uma campanha de boicote às importações por parte de uma rede ampla de ONGs européias. Em consequência, a União Européia desenha diretrizes para estabelecer “boas práticas” em relação a esses investimentos com o intuito de regulamentar esse novo mercado. No caso de biodiesel, o Brasil ainda se orienta em torno do abastecimento do seu mercado doméstico, mas, eventualmente, pode se transformar num exportador.

Para que essa demanda se traduza num mercado global, é necessário (além de resolver problemas de acesso a mercados), definir *standards* internacionais de produção. No caso do bioetanol, já existe uma longa tradição de produção a partir de milho e de cana-de-açúcar. Biodiesel, por usar uma grande variedade de óleos – dendê, soja, mamona, canola etc. – apresenta mais desafios para chegar a uma regulamentação consensual.

No seu discurso do *State of the Union*, Bush surpreendeu ao estabelecer metas de biocombustíveis: pretende que a meta para o ano de 2117 seja cinco vezes mais ambiciosa do que aquela definida para o ano de 2112. Assim, de 26 bilhões de litros, pretende chegar a 132 bilhões, o equivalente a 15% do consumo de gasolina. Nos Estados Unidos, o etanol é feito do milho. Calcula-se que até 2010, 30% da produção total desse cultivo será dedicada ao etanol.

Apesar das restrições, o Brasil se posiciona para se tornar um grande exportador de etanol aos Estados Unidos. Para tanto, investe em países (da América Latina e do Caribe) que se beneficiam de tratados bilaterais ou regionais com os Estados Unidos para aceder a esse mercado sem barreiras tarifárias.

Os Estados Unidos investem também em biodiesel e pretendem chegar a 5% de mistura em 2015, com uma produção de 7,6 bilhões de litros. Ao mesmo tempo, investem pesadamente em pesquisa em torno da produção de etanol por qualquer matéria-prima celulósica. Espera-se, dessa maneira eliminar a concorrência entre biocombustíveis e alimentos.

As metas da União Européia para 2010 – uma mistura de 5,75% – calculam um consumo de 13 milhões de toneladas de etanol e 11,7 milhões de toneladas de biodiesel. Em termos de volume de cultivos, isso corresponde a 12% da produção total de cereais, 50% da produção de beterraba e 150% da colza. Segundo Florence Van Houtte, da Comissão Européia, 20% da área total cultivada na Europa teria que ser dedicada a biocombustíveis. Se não houvesse barreiras tarifárias e barreiras de *standards*, estima-se que 100% do etanol e 50% do biodiesel seriam importados.

Para o alcance das metas estabelecidas, grandes investimentos serão necessários. Em 2006, houve US\$ 2 bilhões de investimentos no setor, o dobro do ano anterior. Quase 4 bilhões têm sido programados para 2007-2008. No entanto, para atingir as metas globais fixadas, investimentos anuais de US\$ 15 bilhões serão necessários até 2020. O amplo leque de investidores com projetos de investimentos no setor sugere que as metas não sejam irrealistas.

Existe um forte interesse por parte dos grandes *traders* de desenvolver o mercado de biocombustíveis. A ADM já domina o mercado de etanol com base em milho nos Estados Unidos e Bunge, Cargill, Louis Dreyfus, NordZucker SudZuckere e outros *traders* já planejam os seus investimentos. A indústria genética (Monsanto, Dupont) investe no desenvolvimento de variedades especificamente para biocombustíveis, investigam novas matérias-primas (*jatropha*, *miscanthus*, *switchgrass*) e, sobretudo, avançam a pesquisa para a conversão de celulose em etanol. Grandes bancos (Rabobank, Barclays) e fundos de equidade (Goldman Sachs) estão apostando no setor. Mais significativo, talvez, seja o interesse mostrado por grandes investidores de *hedge funds*, como Georges Soros, e pelo capital inteiramente fora do setor – Bill Gates, Vinod Khosla. Investidores da área petroquímica e da área automobilística também participam dessa *onda*. Como conseqüência, existe uma preocupação hoje nos Estados Unidos que haja um excesso de capacidade no setor.

No segmento de biodiesel, os investimentos não são menos abrangentes, como visto anteriormente (meta de expandir em 20 milhões de hectares a área dedicada ao dendê). As mesmas *traders*, empresas do setor petroquímico, bancos e fundos de investimentos entram em *joint ventures* com os grandes grupos, sobretudo, na Malásia e na Indonésia. Existem relevantes investimentos cruzados com a crescente participação de capitais do Sul – forte presença da China nos investimentos na Ásia, empresários da Ásia investindo no Brasil, investidores brasileiros aplicando nos demais países da América Latina –, e, todos, investindo na África.

Em relação ao biodiesel, existe na Europa uma crescente oposição por parte das principais ONGs ambientais aos investimentos em plantações de dendê na Ásia que se cristalizou num movimento a favor de um moratório às importações. Em resposta, a União Européia está definindo critérios ambientais e energéticos para acesso ao seu mercado. Nos Estados Unidos, a indústria alimentar mostra preocupação com o impacto dos biocombustíveis para a disponibilidade de matéria-prima. Centros de pesquisa já alertam para o perigo de a inflação atingir os alimentos, dada a expansão do milho e/ou soja para a agroenergia pelo fato de afetar também os outros cultivos, notavelmente o trigo.

Críticos argumentam, ao mesmo tempo, que o balanço energético dos biocombustíveis é negativo (fora o etanol originado da cana no Brasil) quando os insumos químicos nesses cultivos são incluídos no cálculo. Além disso, os opositores destacam a desproporção entre os impactos na agricultura e os resultados na matriz energética. No caso do etanol, nos Estados Unidos, 14% da produção total de milho representa apenas 3,5% do consumo total de gasolina. Em 2017, de acordo com as metas, mais de 30% da colheita de milho seria dedicada ao etanol, o que representará apenas 7,5% do consumo total de gasolina.

A afirmação de disponibilidade de terras na América Latina, na África e na Ásia também é contestada pelos críticos. Alguns argumentos são mobilizados, como o avanço em terras que já cumprem a função de absorção de carbono; e o deslocamento de comunidades e de produtores tradicionais (mesmo que este fato não implique diretamente na ocupação de florestas tropicais, infere-se que há o deslocamento de outras atividades nessa direção, o que sugere uma aceleração do desmatamento). Os defensores da estratégia da agroenergia, por sua vez, apontam pelas vantagens de uma nova fonte de renda nos países em desenvolvimento.

Apenas para ilustrar, o ceticismo em relação aos benefícios da agroenergia não se limita ao mundo das ONGs e dos movimentos sociais em torno do meio ambiente. Um recente estudo da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) alertou para o contraste entre a magnitude dos investimentos e a modéstia dos resultados.

Brasil – papel estratégico no novo mercado de agroenergia

O Brasil foi pioneiro na agroenergia ao lançar o Programa Nacional de Álcool em 1975 (Proálcool). Inicialmente, a meta foi de acrescentar álcool à gasolina. Devido ao segundo choque do petróleo, o carro a álcool foi lançado. Em meados da década de 80, o Brasil já estava produzindo 12 bilhões de litros anuais para uma frota majoritariamente a álcool. A baixa nos preços do petróleo desestimulou a produção e gerou crise de abastecimento. A confiança no programa foi minada e a produção do carro a álcool foi descontinuada. Em compensação, houve uma alta nos preços mundiais do açúcar, e o Brasil aumentou as suas exportações de 1 para 10 milhões de toneladas na década de 90, evitando uma crise no setor da cana.

Atualmente está retomada a produção de álcool, estimulada mais uma vez pelo aumento do preço do petróleo. Ao mesmo tempo, o mercado doméstico se torna menos vulnerável a crises de abastecimento com o lançamento do carro *flex fuel*, adaptado tanto ao álcool quanto à gasolina. Diferentemente dos anos 70, hoje existe o atrativo de um mercado global criado pelas políticas que regulamentam a adição de álcool à gasolina, e o Brasil pretende ser o líder nesse mercado que ajuda a consolidar.

Em relação ao etanol, a produção está em mãos de capital privado, crescentemente de capital transnacional. Cinco das dez maiores empresas brasileiras já tem participação de capital estrangeiro, desde *traders*, fundos de investimentos, especuladores e líderes do setor na Ásia. O Brasil investe em países da América Latina e do Caribe para acessar ao mercado dos Estados Unidos e da África, onde projeta importantes investimentos. É notório que o país não apenas goza de vantagens naturais de clima, solo, água e luminosidade, mas domina, ao mesmo tempo, os setores a montante e a jusante. Desde os tempos da Coopersucar, o Brasil investe pesadamente em pesquisa de variedades e de tecnologias de fermentação.

Produtor de usinas de açúcar há mais de quinhentos anos, o Estado brasileiro domina toda a tecnologia de processamento, podendo fornecer usinas *“key in hand”*. Não está ausente, tampouco, dos investimentos nas rotas de *“segunda geração”* e desenvolve parcerias com empresas transnacionais pelo desenvolvimento de enzimas celulósicas.

Hoje, o Brasil produz em torno de 17 bilhões de litros de álcool e 26 milhões de toneladas de açúcar, o que deve aumentar para 27 bilhões de litros de álcool e 33 milhões de toneladas de açúcar até o ano de 2010. Esta expansão, que implica a incorporação de mais 2,5 milhões de hectares, devendo chegar até 6 milhões no longo prazo, seria viabilizada com US\$ 3 bilhões de novos investimentos, criando 360 mil novos empregos diretos e 900 mil indiretos.

O avanço da mecanização da colheita, porém, pode eliminar uma parte importante deste contingente de trabalhadores. Surgem muitas denúncias de condições semi-escravistas de trabalho, e a categoria se mobiliza para um novo piso salarial e uma nova base de cálculo de produtividade. Existe grande polêmica em torno do impacto da expansão dos canaviais em São Paulo, no Triângulo Mineiro e no Centro-Oeste. Uma polêmica que se iniciou com o lançamento do Proálcool na década de 70. Argumenta-se que esta expansão corra à custa da produção de alimentos e que, atualmente, representa deslocamento das atividades do leite, laranja, pecuária, trigo e milho nos estados de São Paulo e do Paraná.

De maneira mais grave, sustenta-se que exista uma correlação clara entre a expansão da cana-de-açúcar, em São Paulo, e a pressão da pecuária na região amazônica. Outros autores rebatem essas críticas ao apontar as vantagens de deslocamento de culturas alimentares para novas regiões (leite no Rio Grande do Sul, por exemplo). Argumenta-se que 6 milhões de hectares representam muito pouco, dadas as vastas áreas disponíveis na fronteira brasileira, e que a pressão da pecuária diminui à medida que se adotem sistemas mistos de grãos e sistema de pecuária em rotação. Essas posições opostas, certamente, serão alvos de avaliações contínuas nos próximos anos.

Muito diferente do etanol é o Programa Brasileiro de Biodiesel, lançado no final de 2004. Em primeiro lugar, é um programa do Governo Federal, cujo perfil de mercado foi criado com base em várias determinações regulatórias. O programa visa fundamentalmente o abastecimento do mercado interno e é direcionado, sobretudo, à agricultura familiar, com o intuito de oferecer uma nova fonte de emprego e renda.

O mercado se forma a partir dos requisitos de mistura do diesel com o biodiesel. A partir de janeiro de 2008, a taxa de mistura foi fixada em 2% (B2), programada para aumentar para 5% em 2013. O setor empresarial envolvido no processamento do óleo para o seu subsequente refino pela Petrobras já pressiona para adiantar esses prazos. Com foco na agricultura familiar, a matéria-prima foi definida em função das ofertas regionais – dendê no Norte; mamona no Nordeste; soja no Centro-Oeste; soja e canola no Sul.

Por enquanto, o acesso ao mercado por parte do setor industrial é por meio de leilões organizados pela Petrobras. Para se habilitar a esses leilões, as empresas precisam fazer jus ao selo social, outorgado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA)¹. É ainda muito cedo para avaliar o desempenho desse programa, mas existe o receio de ele tornar-se apropriado pelo poderoso *lobby* dos sojicultores que vêm nele um importante mercado, especialmente em tempos de baixas cotações nas bolsas de *commodities*.

¹ O selo é concedido se as empresas contratarem uma porcentagem da sua matéria-prima diretamente da agricultura familiar (50% no Norte, 30% no Nordeste, 15% no Centro Oeste, 30% no Sul).

Etanol e biodiesel: cenários territoriais no caso brasileiro

No quadro a seguir, há uma comparação em forma resumida das duas iniciativas de agroenergia no Brasil. Existe um contraste notável entre o etanol, dominado pelo setor privado, cada vez mais *transnacionalizado* em torno de investimentos em vulto, visando primazia no emergente mercado global, e o biodiesel, regido pelo setor público, com objetivos sociais desenvolvimentistas e ambientais. Por um lado, pode-se pensar que o biodiesel seja uma política compensatória para amenizar a captura do etanol pelo grande capital. Por outro, a legitimação de objetivos sociais, no caso do biodiesel, pode trasbordar esse programa e servir como questionamento às prioridades do etanol.

Já em períodos anteriores – em relação à cana-de-açúcar – houve espaço regulamentado para a participação de pequenos fornecedores. No momento, porém, o foco da crítica se dirige às relações de trabalho no setor.

Tabela 1.1. Brasil: duas faces da agroenergia

ETANOL	BIODIESEL
Orientação ao mercado global	Orientação ao mercado doméstico
Liderado por capital privado cada vez mais transnacional	Liderado pelo Governo Federal e pelos governos estaduais
Foco: competitividade em relação aos fatores naturais e à tecnologia	Foco: desenvolvimento local e regional, envolvendo subsídios
Subproduto de etanol se transforma em co-produto com açúcar rumo a um complexo bioenergético autônomo	Promoção de pólos de biodiesel e de integração em arranjos produtivos locais (APLs)
Um produto e uma rota tecnológica	Vários produtos e várias rotas tecnológicas adaptadas ao contexto local/regional
Agricultura em escala com mão-de-obra assalariada	Privilegia a agricultura familiar
Variações fortes nas relações capital/trabalho – desde exploração até responsabilidade social	Relação entre indústria e agricultura familiar regida pelo selo social e pelas relações contratuais inovadoras

Fonte: Comparativo elaborado pelo autor.

O próprio etanol comporta duas dinâmicas que na prática se misturam, mas que embutem trajetórias territoriais distintas. Num primeiro cenário, o etanol soma-se à nova posição do Brasil como elo privilegiado de fornecimento de matéria-prima em *global commodity chains*. Assim, o etanol representa mais uma *commodity* para incluir no rol da biomassa que o Brasil fornece em forma competitiva para os mercados globais, sobretudo dos grandes países emergentes.

Com as suas vantagens inigualáveis de sol, solo, água e mão-de-obra, o Brasil mobiliza de forma sistêmica o seu território, permitindo um remanejamento espacial do conjunto desse vasto território, de acordo com a competitividade de cada cultivo num contexto global. De fato, o país tem um papel de destaque na promoção de etanol ao *status* de uma *commodity* global. Contudo, sob esse foco, na competitividade do elo primário das grandes cadeias globais, o Brasil se torna vulnerável a um avanço da fronteira tecnológica na forma da segunda geração de biocombustíveis, baseada na tecnologia de celulose que pode desbancar a posição privilegiada da cana-de-açúcar.

Outros atores – como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), segmentos empresariais e da comunidade científica – preferem pensar nas oportunidades que a agroenergia oferece para consolidar uma competitividade internacional no conjunto da cadeia, a montante e a jusante do setor primário. O domínio nacional da tecnologia de ponta ao longo da cadeia faz com que esse setor possa fornecer a tão almejada “janela de oportunidade” numa dinâmica de desenvolvimento. Nesse sentido, pode-se entender o empenho da diplomacia brasileira e a promoção de investimentos em plantas completas na América Latina e na África.

Decisivo para essa estratégia explicitada seria a capacidade de o Brasil acompanhar a evolução da fronteira tecnológica em direção ao uso de material celulósico de forma a complementar (não de concorrer contra) a sua já demonstrada competitividade em torno da cana-de-açúcar. Com base no seu domínio tecnológico, o Brasil deixa de se pautar apenas em torno da competitividade dos seus recursos naturais no seu próprio território e se transforma num *global player* da nova cadeia da agroenergia.

Dois dos cenários territoriais para o biodiesel encontram-se resumidos na seqüência.

Tabela 1.2. Dois cenários territoriais para o biodiesel

Desenvolvimento local/regional	Ampliação da fronteira da soja
Dinâmica territorial híbrida: adaptação a distintos biomas combinada com a noção de territórios locais e APLs	Adaptação à soja como matéria-prima dominante – concentração em torno das regiões Sul e Centro-Oeste
Aproveitamento de oleaginosas tradicionais em sintonia com a noção de ecossistemas locais, biodiversidade e a preservação de conhecimentos tradicionais (como exemplo, o Estado do Amazonas)	O protagonismo se desloca da agricultura familiar e das comunidades tradicionais no Nordeste e do Norte para os agronegócios no Centro-Oeste
A agroenergia se torna o eixo de estratégias integradas de desenvolvimento local	Interiorização da matriz energética diminuindo ICMS e custos de frete
Relação problemática entre esses pólos em torno de uma <i>commodity</i> e a promoção de territórios a partir dos seus valores simbólicos	Deslocamento do programa em direção aos agronegócios, ocasionando aproximação com o setor de etanol

Fonte: Quadro comparativo elaborado pelo autor.

Num desses cenários, o biodiesel se dirige à consolidação de estratégias de desenvolvimento local, organizadas em torno da posição protagonista da agricultura familiar. Desenvolvimento de projetos integrados de alimentos, insumos e de energia aumentariam a autonomia das localidades e regiões a partir da geração de maior valor agregado retido na própria região. O foco no aproveitamento das culturas típicas, dos biomas e dos seus sistemas de produção favorece a preservação da biodiversidade e os conhecimentos tradicionais. Essa estratégia privilegia a promoção de uma *commodity* como principal estratégia de geração de renda e emprego, o que contraria várias abordagens que apostam em mercados de valor diferenciado, inclusive nos valores simbólicos do território, como estratégias para a agricultura familiar.

Pesquisas de campo no Nordeste reforçam as dúvidas em torno da possibilidade de gerar uma renda relevante do plantio de mamona em poucos hectares. Já o predomínio da soja como matéria-prima para o biodiesel levaria a uma maior concentração dos benefícios do programa na região Centro-Oeste, deslocando o eixo do programa, ao mesmo tempo, da agricultura familiar para os agronegócios. Ao oferecer mais uma opção aos sojicultores, baixando os riscos de oscilações na bolsa de *commodities*, o programa contribuiria para fortalecer a consolidação e a expansão da fronteira agrícola nos moldes atuais da agricultura em grande escala.

Conclusões

O desenho e a dinâmica dos mercados de agroenergia ainda estão por se confirmar. Em qualquer cenário, o Brasil terá uma posição de destaque como *global player*. No mínimo, dados os seus recursos naturais, o Brasil tem uma posição garantida como fornecedor de matéria-prima energética, na mesma forma que já se estabeleceu como celeiro global de grãos e carnes. Um cenário mais ambicioso, porém, não parece ser irrealista, onde o Brasil se torne um dos principais pólos tecnológicos da nova cadeia global de agroenergia, fornecendo, além de matéria-prima, plantas industriais e até material genético.

As pretensões globais são mais modestas no caso do biodiesel que pode se tornar o eixo de novas estratégias de desenvolvimento local e regional, sobretudo no Norte e no Nordeste. Embora parem muitas dúvidas sobre o fôlego e a direção desse programa, a explicitação de uma prioridade para desenvolvimento com teor *redistributivista* e descentralizado reforça outras políticas no mesmo sentido e pode favorecer a incorporação de maior conteúdo social e ambiental nas iniciativas em torno do etanol.

2. POLÍTICAS SOBRE BIOCOMBUSTÍVEIS E A AGRICULTURA FAMILIAR

Diretrizes de política de agroenergia (2006–2011) e Plano Nacional de Agroenergia (2006–2020)

O Governo Federal, por intermédio dos ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), da Ciência e Tecnologia (MCT), de Minas e Energia (MME) e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MIDC), lançou, em 16 de novembro de 2005, o documento intitulado *Diretrizes de Política de Agroenergia (2006–2011)*.

As diretrizes destacam:

- (i) *desenvolvimento da agroenergia – por meio do etanol, do biodiesel, do aproveitamento de resíduos e da expansão de florestas energéticas cultivadas, privilegiando regiões menos desenvolvidas;*
- (ii) *agroenergia e produção de alimentos – não afetará a produção de alimentos, pelo contrário, co-produtos do biodiesel tendem a complementar a oferta de produtos para a alimentação humana e animal;*
- (iii) *desenvolvimento tecnológico – por meio da promoção de tecnologias adequadas que proporcione maior competitividade, agregação de valor aos produtos, redução de impactos ambientais e inserção econômica e social. Destaque para o desenvolvimento de tecnologias apropriadas ao aproveitamento da biomassa energética em pequena escala;*
- (iv) *autonomia energética comunitária – propiciando às comunidades isoladas, aos agricultores, individualmente, cooperativados ou associados e aos assentamentos de reforma agrária, meios para gerar sua própria energia, em especial, nas regiões remotas do território nacional;*
- (v) *geração de emprego e renda – deverá constituir-se um vetor da interiorização do desenvolvimento, da inclusão social, da redução das disparidades regionais e da fixação das populações ao seu habitat, em especial, pela agregação de valor na cadeia produtiva e integração às diferentes dimensões do agronegócio;*

- (vi) *otimização do aproveitamento de áreas antropizadas – desestimulando a expansão injustificada da fronteira agrícola ou o avanço rumo a sistemas sensíveis ou protegidos, como a Floresta Amazônica e a região do Pantanal, entre outras;*
- (vii) *otimização das vocações regionais – pelo incentivo à instalação de projetos de agroenergia em regiões com oferta abundante de solo, radiação solar e mão-de-obra;*
- (viii) *liderança no comércio internacional de biocombustíveis – ou seja, ampliação das exportações e geração de divisas que consolidarão o setor e impulsionarão o desenvolvimento do país;*
- (ix) *aderência à política ambiental – em perfeita integração com as disposições do Protocolo de Kioto, por intermédio do aumento da utilização de fontes renováveis, com menor emissão de gases de efeito estufa, contribuindo, assim, com a mitigação deste efeito pelo seqüestro de carbono.*

A partir das mencionadas diretrizes, foi elaborado o *Plano Nacional de Agroenergia 2006 – 2020*, de autoria do Mapa. Consta do plano que a agroenergia é composta por quatro grandes grupos: (i) etanol e co-geração de energia provenientes da cana-de-açúcar; (ii) biodiesel de fontes lipídicas (animais e vegetais); (iii) biomassa florestal e resíduos; e (iv) detritos agropecuários e da agroindústria.

O plano está estruturado em quatro partes principais:

I. Programa de pesquisa em agroenergia. Objetiva desenvolver e transferir conhecimento e tecnologias que contribuam para a produção sustentável da agricultura de energia e para o uso racional da energia renovável, visando à competitividade do agronegócio brasileiro e dar suporte às políticas públicas.

O suporte financeiro às ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação, bem como, a transferência de tecnologia virá de fontes variadas, tais como: Tesouro Nacional; Fundo Nacional de Pesquisa em Agroenergia; parcerias constitutivas; fundos setoriais ou fundos de suporte à pesquisa; doações voluntárias; instituições do exterior entre outros.

As diretrizes programáticas abrangem três grandes vertentes: uma dedicada ao desenvolvimento de tecnologia agrônômica; outra para o desenvolvimento de tecnologia industrial; e a terceira dedicada aos estudos de cunho sociológico, econômico, mercadológico, de gestão e de políticas públicas.

Para cada componente do complexo de agroenergia, diferentes desafios são impostos à agenda, atuando como indutores de prioridades de pesquisa. No caso dos biocombustíveis:

Etanol

- *eliminar fatores restritivos à expressão do potencial produtivo da cultura da cana-de-açúcar;*
- *incrementar a produtividade, o teor de sacarose, o agregado energético e o rendimento industrial da cana-de-açúcar;*
- *desenvolver tecnologias poupadoras de insumos e de eliminação ou mitigação de impacto ambiental;*
- *desenvolver tecnologias de manejo da cultura e de integração de sistemas produtivos da cana-de-açúcar;*
- *desenvolver alternativas de aproveitamento integral da energia da usina de cana-de-açúcar, com melhoria dos processos atuais e/ou desenvolvimento de novos;*
- *desenvolver novos produtos e processos baseados na alcoolquímica e no aproveitamento da biomassa da cana-de-açúcar.*

Biodiesel

- *propiciar o adensamento energético da matéria-prima, tendo como referenciais 2.000 kg/ha de óleo no médio prazo e 5.000 kg/ha no longo prazo;*
- *aprimorar as atuais rotas de produção de biodiesel, com valorização do etanol como insumo, e o desenvolvimento de novas rotas;*
- *gerar tecnologias para a racionalização do uso de energia na propriedade e substituição de fontes de carbono fóssil por fontes renováveis;*
- *desenvolver processos competitivos e sustentáveis de produção de energia, a partir de resíduos orgânicos das cadeias de processamento de produtos de origem animal;*
- *desenvolver tecnologias de agregação de valor na cadeia, com valorização de co-produtos, resíduos e dejetos;*
- *desenvolver tecnologias visando ao aproveitamento da biomassa de vocação energética para outros usos na indústria de química fina e farmacêutica;*
- *gerar tecnologias que permitam a autonomia e a sustentabilidade energética para agricultores, agroindústria e comunidades isoladas;*
- *integrar aos processos os conceitos de agroenergia e mercado de carbono;*
- *desenvolver processos para a obtenção de inovações baseadas em biomassa de oleaginosas, incluindo a oleoquímica.*

II. Parcerias institucionais para agroenergia. A proposta do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) é reunir e articular empresas e instituições (ofertantes e demandantes) na forma de um consórcio, cujo objetivo central será o de elaborar e executar o Programa Nacional de Pesquisa Desenvolvimento e Inovação em Agroenergia.

III. Criação da Embrapa Agroenergia². A Embrapa criará uma unidade descentralizada de pesquisa, voltada para temas e assuntos da agroenergia. Na execução desse plano, a Embrapa integrará redes multiinstitucionais e multidisciplinares, bem como conduzirá as próprias atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação ligadas ao tema. O papel central dessa unidade consistirá em:

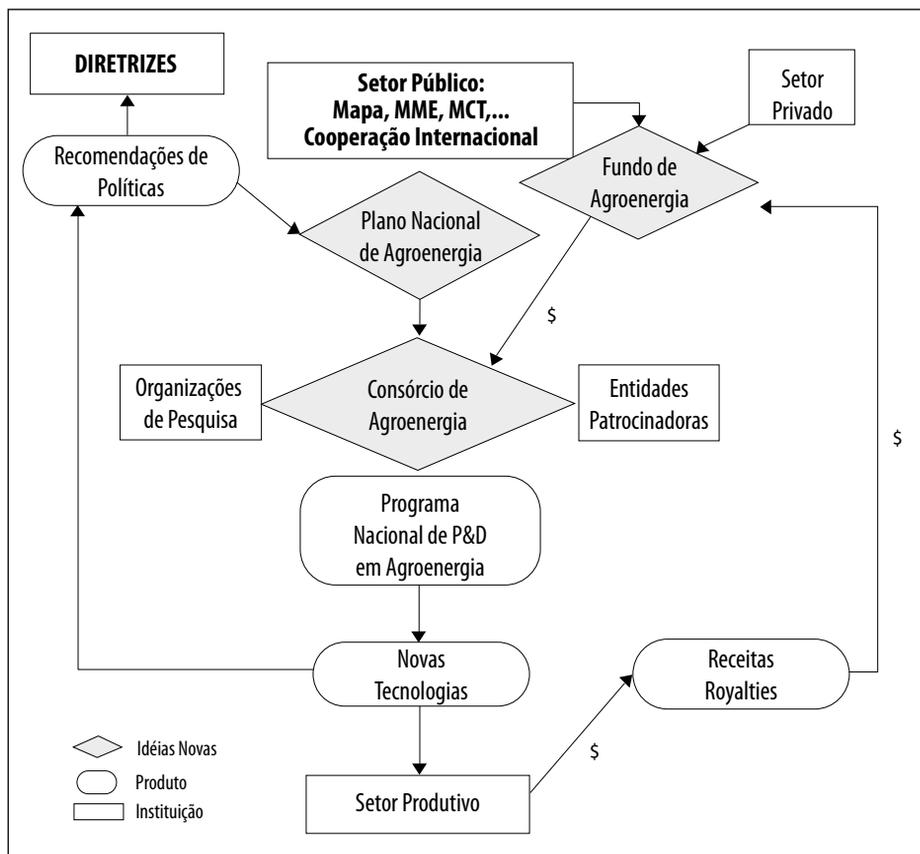
- (a) coordenar as ações de pesquisa em agroenergia;
- (b) representar um órgão de aglutinação de conhecimentos e competência específica, hoje espalhada em diversas unidades da empresa;
- (c) captar especialistas com competência ainda não incorporada ou internalizada no perfil técnico-científico da empresa, mas necessárias para apoiar o Plano Nacional de Agroenergia;
- (d) ser centro de referência na Embrapa, a partir do qual a empresa se integrará a redes e consórcios multiinstitucionais que se formarem para a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) no assunto.

IV. Promoção do mercado internacional dos biocombustíveis. Em especial, nos países grandes consumidores. Essas ações visam consolidar o caminho do mercado internacional de biocombustíveis, eliminando, previamente, possíveis barreiras tarifárias e não-tarifárias, criando fóruns para a solução de problemas eventualmente surgidos no processo das transações entre os países e, ao mesmo tempo, fornecendo ao Brasil as condições de liderar a evolução desse mercado.

² A nova sede da Embrapa Agroenergia (localizada no Distrito Federal) terá cerca de 11.000 m² de área e 1.200 m² projetados em edificações que abrigará cinco laboratórios com 528 m² (44% da construção). Além disso, estão previstas salas de pesquisadores, de reunião e de administração, biblioteca, ambiente de multimídia e de tecnologia da informação e espaço cultural e de lazer. Os recursos para a realização da obra são oriundos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e do Tesouro Nacional.

Figura 2.2

Ações e atores do Plano Nacional de Agroenergia



Fonte: <<http://www.agricultura.gov.br>>.

Programa Nacional de Produção e Uso de Biocombustíveis (PNPB)

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), lançado oficialmente em dezembro de 2004, é uma iniciativa do Governo Federal. Tem como núcleo deliberativo uma comissão executiva interministerial, coordenada pela Casa Civil da Presidência da República e composta por 14 ministérios. O órgão responsável pela operacionalização é o Ministério de Minas e Energia, coordenador do grupo gestor do PNPB, composto também pelos mesmos ministérios, mais a Agência Nacional de Petróleo (ANP), a Petrobras, a Embrapa e o Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES).

O biodiesel é um combustível renovável em uso no Brasil e, também, em países como Alemanha e Estados Unidos. Trata-se de um combustível líquido derivado de biomassa renovável, que substitui total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores de ignição por compressão, automotivos (caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc.), transportes (hidroviários e ferroviários) e estacionários (geradores de eletricidade etc.). O biodiesel pode, ainda, substituir outros tipos de combustíveis fósseis na geração de energia, a exemplo do uso em caldeiras ou em geração de calor em processos industriais.

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel não é restritivo: permite a utilização de diversas oleaginosas ou matérias-primas animais. Esta flexibilidade possibilita a participação do agronegócio e da agricultura familiar e o melhor aproveitamento do solo disponível para a agricultura no país. Independente da matéria-prima e da rota tecnológica, o biodiesel é introduzido no mercado nacional de combustíveis com especificação única. Ainda que cada oleaginosa tenha suas próprias características, tanto o biodiesel de mamona, soja, palma, sebo ou de girassol são passíveis de atender à qualidade definida nesta especificação definida pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

Ressalta-se que o biodiesel só será efetivamente vendido aos consumidores nos postos se atenderem às especificações técnicas exigidas pela norma brasileira (Resolução ANP nº 42/2004). É essencial assegurar a qualidade do combustível para o perfeito funcionamento dos veículos e a satisfação do usuário. Nesse aspecto, deve ser observado que a adição de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo não exigirá alteração nos motores, assim como não exigiu nos países que já utilizam o combustível. Os motores que passarem a utilizar o biodiesel misturado ao diesel, nesta proporção, têm garantia de fábrica assegurada pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), conforme manifestação formal desta entidade ao Governo Federal.

A mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo é chamada de B2, e assim sucessivamente, até o biodiesel puro, denominado B100. A Lei nº 11.097/2005, aprovada pelo Congresso Nacional, estabeleceu que, a partir de janeiro de 2008, a mistura B2 passa a ser obrigatória no território nacional. Assim, todo o óleo diesel comercializado no país deverá conter, necessariamente, 2% de biodiesel. Em janeiro de 2013, este percentual passará para 5%. A depender da evolução da capacidade produtiva e da disponibilidade de matéria-prima, entre outros fatores, esses prazos podem ser antecipados, mediante Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), conforme estabelecido pela lei.

Na Resolução nº 3, de 23 de setembro de 2005, o CNPE antecipou para janeiro de 2006 o B2, por meio de leilões públicos realizados pela ANP. Os leilões foram

estruturados para incrementar a participação do biodiesel na matriz energética nacional, segundo as políticas econômica, social e ambiental do Governo Federal; estimular investimentos na cadeia de produção e comercialização do biodiesel; possibilitar a participação combinada da agricultura familiar e do agronegócio no fornecimento de matérias-primas. Os leilões se restringem ao volume do biodiesel produzido por detentores do selo “combustível social”.

O selo combustível social é um componente de identificação concedido pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário aos produtores de biodiesel que promovem a inclusão social e o desenvolvimento regional por meio da geração de emprego e de renda para os agricultores familiares enquadrados nos critérios do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Por meio dele, o produtor de biodiesel tem os seguintes benefícios:

- acesso a alíquotas de PIS/Pasep e Cofins com coeficientes de redução diferenciados (ver tabela adiante) (as alíquotas diferenciadas são proporcionais às aquisições da agricultura familiar, logo, quanto mais se compra, menos imposto se paga);
- acesso às melhores condições de financiamento junto ao BNDES e suas instituições financeiras credenciadas, ao Basa, ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), ao Banco do Brasil S/A ou outras instituições financeiras que possuam condições especiais de financiamento para projetos com selo combustível social, e;
- participação em leilões de biodiesel.

Tabela 2.1. Alíquotas de PIS/Pasep e de Cofins aplicadas ao biodiesel

	PIS/Pasep e Cofins (R\$/litro de biodiesel)	
	Sem selo combustível social	Com selo combustível social
Regiões Norte, Nordeste e semi-árido		
mamona e palma	R\$ 0,15	R\$ 0,00
outras matérias-primas	R\$ 0,218	R\$ 0,07
Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul		
qualquer matéria-prima, inclusive, mamona e palma	R\$ 0,218	R\$ 0,07

Fonte: MDA (2007).

O produtor de biodiesel com selo social tem as obrigações de:

- adquirir, de agricultor familiar, matéria-prima para a produção de biodiesel em uma quantidade mínima definida pelo MDA;
- celebrar contratos com os agricultores familiares, negociados com a participação de uma representação dos agricultores familiares, especificando as condições comerciais que garantam renda e prazos compatíveis com a atividade, e;
- assegurar assistência e capacitação técnica aos agricultores familiares.

O produtor de biodiesel terá que adquirir da agricultura familiar, pelo menos, 50% das matérias-primas necessárias à produção de biodiesel provenientes do Nordeste e do semi-árido. Nas Regiões Sudeste e Sul, este percentual mínimo é de 30%; e na Região Norte, assim como no Centro-Oeste, é de 10%.

Até o momento, o Governo realizou cinco leilões de biodiesel, com o objetivo de estimular a instalação das empresas de biodiesel necessárias para atender ao mercado de B2 (840 milhões de litros), obrigatório a partir de 2008, bem como iniciar o processo de inclusão social da agricultura familiar nesta cadeia produtiva.

Atualmente, existem, no país, 41 unidades produtoras de biodiesel, com capacidade de ofertar aproximadamente 1.848 milhões de litros. Segundo o *site* do MDA/SAF, existem 20 indústrias possuidoras do *selo combustível social*. Mais de 91 mil famílias de agricultores foram integradas, até setembro de 2007, à cadeia de produção do biodiesel. “Tudo o que foi contratado e comprado dessas famílias lastrearia, hoje, aproximadamente, 24% do volume de biodiesel se toda essa matéria-prima fosse efetivamente utilizada para esse fim”, declarou Arnaldo Campos, coordenador do Programa Nacional de Biodiesel do ministério, para o jornal *O Estado de S. Paulo*, no início de setembro de 2007.

As famílias que fazem parte da cadeia respondem por uma área de 538,2 mil hectares plantada com oleaginosas. Mais da metade (51%) – que representa 46,6 mil agricultores – está no Nordeste do país. O Sul tem 31,4 mil famílias de agricultores, e o Centro Oeste tem 8 mil. Apesar disso, o Centro-Oeste concentra 48% da área plantada, o equivalente a 258 mil hectares. No Norte, o número de agricultores chega a 4,2 mil. Já o Sudeste tem apenas sete famílias envolvidas na produção de biodiesel.

Quase metade (49%) das oleaginosas plantadas por essas famílias é composta por mamona, seguida pela soja (29%), girassol (14%), dendê (5%) e gergelim e amendoim (1%).

Tabela 2.2 Impacto das ações de governo na agricultura familiar até março de 2007

PARÂMETRO	VALOR
Nº de empreendimentos com selo	11 (onze)
Capacidade nominal total	567,9 milhões de litros por ano
Volume total de venda em leilões	406,58 milhões de litros por ano
Nº total de agricultores familiares contratados	63.481
Área total contratada	206.342 hectares
Principais oleaginosas produzidas pela AF	70% da área plantada com mamona; 24% com soja; 5% com dendê e o restante com girassol
Estimativa de agricultores familiares contratados em função dos leilões realizados até março de 2007	A expectativa é de que sejam contratados, até a safra 2007/2008, 210.000 agricultores familiares em área superior a 600.000 hectares
Acréscimo de renda	<p>O programa de biodiesel ainda não dispõe de dados para inferir sobre o acréscimo de renda dos agricultores familiares, pois está entre a primeira e a segunda safra de plantio para este fim. Apesar disto, algum impacto na renda já pode ser observado:</p> <p>No caso do dendê, cultivado no Pará, em áreas degradadas, a renda média líquida já medida é de R\$ 31.900,00 anuais por agricultor assentado sem histórico de renda anterior (ou seja, este agricultor "A" pode passar a "C" ou "D" devido a esta atividade).</p> <p>No caso da mamona no Nordeste, em que as produtividades ainda são baixas, as áreas cultivadas são pequenas. O perfil do agricultor é "B", e sua renda líquida anual está em torno de R\$ 1.060,00. De fato, a renda citada é pouca, se considerada em valores absolutos, mas representa um acréscimo de 35%, considerando que a renda bruta anual do agricultor familiar é de R\$ 3.000,00.</p>

	<p>Este desempenho pode melhorar muito se os agricultores tiverem acesso a sementes certificadas e ao crédito Pronaf para proceder aos tratos culturais recomendados.</p>
Envolvimento de organizações sociais e sindicais	<p>Existem mais de 11 cooperativas de agricultura familiar que firmaram contrato com empresas com o selo combustível social.</p> <p>O sistema da Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (Contag) está efetivamente exercendo o papel de intermediar as negociações entre empresas e agricultores familiares. Para isso, capacitou suas federações e sindicatos, além de estar se preparando para que as cooperativas se envolvam no setor secundário desta cadeia.</p> <p>A Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar (Fetraf), o Movimento dos Pequenos Agricultores (MPA) e o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) têm adotado uma estratégia de ação para atender a demanda da Petrobras nas futuras unidades de biodiesel do CE, BA e MG. O MPA, em específico, estuda um plano de negócios da produção de óleo e de biodiesel no Rio Grande do Sul.</p>
Novas oleaginosas	<p>Foi pactuado com o Mapa um cronograma de zoneamento até 2010 que prioriza as oleaginosas. Fruto deste entendimento, por exemplo, já foi zoneado o girassol para o TO, MA, PI, GO, MT e MS, além do dendê para o Estado da Bahia.</p>

Tabela 2.3. Algumas características de matérias-primas disponíveis em função da região

Espécie	ha/família	Região	% de óleo
Mamona – familiar	2	NE/CO/SE	45 – 50
Palma (dendê) – mecanizada	5	N/NE/CO	22
Babaçu – extrativismo	5	NE	66
Amendoim – mecanizado	16	SE	40 – 43
Soja – mecanizada	20	N/NE/CO/SE/S	18
Colza/canola	-	S	40 – 48
Coco	-	NE	55 – 60
Girassol	-	CO/SE/S	38 – 48
Algodão	-	NE/CO/SE/S	15

Nota: N: Norte; NE: Nordeste; CO: Centro-Oeste; SE: Sudeste; S: Sul.

Fonte: HOLANDA (2004) e NOGUEIRA, L. A. H. *et al.* Agência Nacional de Energia Elétrica (adaptado pelo DPA/Mapa).

Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobrás

O grupo Eletrobrás tem como foco as áreas de geração e transmissão de energia elétrica e controla grande parte dos sistemas de geração e transmissão de energia elétrica do Brasil por intermédio de seis subsidiárias: Chesf, Furnas, Eletrosul, Eletronorte, CGTEE e Eletronuclear.

Dentre os sistemas de geração de energia elétrica controlados pela Eletrobrás, cabe destacar os sistemas isolados brasileiros que são predominantemente térmicos e majoritariamente localizados e dispersos na Região Norte. Tais sistemas atendem a uma área de 45% do território e cerca de 3% da população nacional, ou seja, aproximadamente 1,2 milhão de consumidores. Os sistemas isolados no interior dos estados caracterizam-se pelo grande número de pequenas unidades geradoras a óleo diesel e pela grande dificuldade de logística de abastecimento.

Tabela 2.4 Consumo de óleo diesel no ano de 2006 pelos sistemas isolados

CONSUMO 2006 - OLEO DIESEL (l)													
EMPRESA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
CEA	1.576.396	1.402.062	1.578.304	1.518.353	1.518.353	1.532.549	1.630.408	1.749.524	1.752.290	1.813.262	1.795.555	1.786.646	19.772.251
CEAM	17.552.338	15.917.713	17.965.034	17.705.304	18.161.142	18.633.793	19.255.615	19.954.415	19.841.100	20.896.373	19.098.579	19.971.230	224.952.636
CELPA	6.989.719	6.294.863	7.105.573	6.824.273	7.152.525	7.111.876	7.673.477	8.019.192	7.901.572	8.240.496	7.738.078	8.028.233	89.079.877
CELPE	250.584	236.452	253.848	198.346	232.356	195.429	220.083	196.059	216.849	224.122	227.688	253.590	2.705.406
CEMAR	17.700	17.262	18.418	18.605	16.060	13.329	12.983	13.562	14.111	14.734	14.083	14.420	187.266
CEMAT	3.661.854	3.381.722	3.870.908	3.499.085	3.540.237	3.462.846	3.634.278	3.873.036	3.759.254	3.783.496	3.550.436	3.063.374	43.080.526
CER	1.204.422	1.130.456	1.320.495	1.264.392	1.259.060	1.186.803	1.248.708	1.311.891	1.360.278	1.436.733	1.332.130	1.346.336	15.401.704
CERON	4.242.633	3.983.729	4.620.304	4.351.837	4.572.476	4.976.987	5.518.354	6.379.544	6.210.934	5.746.981	5.695.601	5.178.822	61.478.262
CGE	8.998.678	9.300.050	9.130.199	6.249.664	8.711.289	6.285.416	6.149.598	7.604.724	5.246.518	7.231.224	5.561.931	4.525.330	85.994.622
COELBA	23.486	27.570	22.105	23.277	23.795	20.563	20.386	20.342	19.965	23.298	22.974	22.329	270.090
ELETROACRE	3.637.619	3.343.124	3.739.348	3.557.476	3.516.217	3.604.425	3.786.842	3.918.784	3.842.331	4.059.358	3.886.662	3.950.992	44.843.358
ELETRONORTE Acre	4.847.084	4.142.869	4.610.958	3.953.796	5.2975	450.454	0	26.482	156.844	594.420	104.761	194.316	19.134.959
ELETRONORTE Amapá	12.954.101	13.556.485	9.803.625	6.613.133	9.621.728	6.273.000	5.441.114	7.242.205	8.161.114	13.051.712	13.635.108	12.884.383	119.257.708
ELETRONORTE Rondônia	7.040.183	5.422.055	3.427.132	3.972.173	823.899	3.076.783	4.260.030	6.319.833	6.677.202	7.509.247	5.826.776	2.775.800	57.131.113
JARI	444.582	389.043	429.974	409.096	432.908	412.215	432.802	463.318	467.481	496.695	456.527	446.019	5.280.660
MESA	5.449.251	3.920.411	3.364.288	1.895.000	0	0	0	0	0	0	0	0	14.629.950
MESA Partida UTE Mauá	0	80.251	38.181	6.315	48.325	15.460	132	3.163	0	0	0	0	
TOTAL	78.892.630	72.556.117	71.298.694	62.061.125	59.801.894	57.251.928	59.248.810	67.096.074	66.627.843	75.132.331	68.946.889	64.441.879	803.392.215

Fonte: <<http://www.eletrabras.gov.br>>.

A Eletrobrás gerencia programas e fundos setoriais que atendem às áreas do setor elétrico.

Fundos setoriais

A Conta de Consumo de Combustíveis (CCC) foi criada em 1973 para financiar os custos com a geração de energia à base de combustíveis fósseis, principalmente nos sistemas isolados – situados basicamente na Região Norte do país. A CCC arrecadou, em 2004 e 2005, cerca de R\$ 6,7 bilhões. Em 2006, havia uma previsão de arrecadação de R\$ 4,2 bilhões.

A Reserva Global de Reversão (RGR) é utilizada em projetos de universalização dos serviços de energia elétrica, o Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (Procel) e o Reluz, que trata da eficiência energética na iluminação pública dos municípios brasileiros. Os aportes deste encargo, criado em 1957, também

são direcionados às obras de expansão do sistema elétrico, como a revitalização de parques térmicos e aquisição de medidores e telecomandos para subestações. Em 2004 e 2005, a RGR gerou recursos da ordem de R\$ 2,6 bilhões. Em 2006, está prevista arrecadação de R\$ 1,3 bilhão.

*A **Conta de Desenvolvimento Energético (CDE)** é destinada a promover o desenvolvimento energético dos estados, a projetos de universalização dos serviços de energia elétrica, ao programa de subvenção aos consumidores de baixa renda e à expansão da malha de gás natural para o atendimento dos estados que ainda não possuem rede canalizada. Criada em 26 de abril de 2002, a CDE terá duração de 25 anos e é gerida pela Eletrobrás, cumprindo programação determinada pelo Ministério de Minas e Energia (MME).*

A CDE também é utilizada para garantir a competitividade da energia produzida a partir de fontes alternativas (eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa) de carvão mineral nacional. Hoje, cinco usinas termelétricas movidas a carvão mineral estão incluídas na CDE: Charqueadas e Jorge Lacerda, ambas da Tractebel; São Jerônimo e Presidente Médici (CGTEE) e Figueira (Copel).

O processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro, que se iniciou em meados da década de 90 e se consolidou em 2004, estabeleceu um novo modelo institucional, que objetiva a universalização dos serviços de energia elétrica. Por intermédio da Lei nº 10.438/2002, as concessionárias de distribuição são obrigadas a atender todos os moradores em sua área de concessão.

Muitas dessas residências se localizam em áreas de difícil acesso, distantes da rede elétrica e com baixa densidade populacional, ou em áreas de proteção ambiental, regiões onde as tecnologias de energias renováveis são as únicas – ou as mais econômicas – opções de eletrificação. Estima-se que na Amazônia – cerca de 120.000 sistemas fotovoltaicos domiciliares serão necessários, além de aproximadamente 3.000 *minirredes* com geração de energia por fontes renováveis, para atender um total de 330.000 residências.

*O **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)** objetiva financiar projetos de geração de energias a partir dos ventos (energia eólica), de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), bagaço de cana, casca de arroz, cavaco de madeira e biogás de aterro sanitário, por intermédio de financiamentos oriundos do Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES), do Banco do Brasil (BB), Banco do Nordeste (BNB), Caixa Econômica Federal (CEF), Banco da*

Amazônia (Basa), Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA) e Agência do Desenvolvimento do Nordeste (Adene).

O programa permite uma maior inserção do pequeno produtor de energia elétrica, desde que esses utilizem tecnologias mais amadurecidas e com possibilidade de manter unidades de maior porte. Com o programa, são buscadas soluções de cunho regional para o uso de fontes renováveis de energia e incentivado o crescimento da indústria nacional. Até dezembro de 2007, serão colocados em operação 144 projetos, no total de 3.299,40 MW de potência instalada. A energia produzida pelas usinas do Proinfa, que corresponde a aproximadamente 12.013,12 GWh/ano, ou seja, 3,6% do consumo total anual do país, será adquirida, por 20 anos, pela Eletrobrás. Dos 3.299,40 MW contratados pela Eletrobrás, por meio do Proinfa, 1.191,24 MW são de 63 PCHs; 1.422,92 MW são de 54 usinas eólicas; e 685,24 MW são de 27 usinas a base de biomassa. Além da produção de energia por meio de fontes renováveis, o Proinfa deverá gerar mais de 150 mil empregos diretos e indiretos. Somente na Região Nordeste, a expectativa é de geração de mais de 40 mil empregos. O maior programa de apoio ao desenvolvimento de fontes renováveis deverá ter investimentos da ordem de R\$ 9 bilhões, com financiamentos de cerca de R\$ 7 bilhões e receita anual em torno de R\$ 2 bilhões.

Em função da grande dispersão das comunidades ribeirinhas e das difíceis condições de acesso, por conta do tipo de solo e do regime de chuvas, o fornecimento de energia elétrica não pode se realizar mediante extensão de rede. Neste contexto, foi concebido o Projeto Ribeirinhas. A premissa básica do projeto é aproveitamento dos recursos naturais renováveis existentes em diversas localidades do Amazonas para geração de energia elétrica de forma sustentável.

*O **Projeto Ribeirinhas** procura estudar a viabilidade técnico-econômica e sócio-ambiental de atendimento energético às comunidades ribeirinhas por meio da implantação de microssistemas de geração de energia elétrica que usem fontes renováveis locais de forma sustentável. A sustentabilidade dos sistemas não só é garantida pelo uso de fontes de energia renováveis, mas também pela participação ativa dos beneficiados por meio do pagamento de taxa de manutenção e da manipulação dos sistemas individuais, quando for o caso.*

Grande parte da população da Amazônia Legal vive em pequenas comunidades formadas por conjuntos de, no máximo, 20 residências, localizadas de forma bastante dispersa às margens dos rios e igarapés da região. Totalmente afastadas dos grandes centros produtores, e tendo o rio como única via de transporte, as comunidades ribeirinhas vivem da pesca, da agricultura e do artesanato.

As relações comerciais são praticadas, na maioria das vezes, sob a forma de escambo entre comunidades vizinhas e, quando há excedente, este é vendido no centro urbano mais próximo.

O Projeto Ribeirinhas instalou sistemas fotovoltaicos em 27 comunidades para atender cerca de mil ribeirinhos. O projeto também implantou um sistema de gaseificação alimentado com rejeitos de madeira provenientes de madeireiras locais. Com relação aos óleos vegetais “in natura”, o projeto ressalta que os mesmos podem ser utilizados em substituição ao diesel em grupos geradores dotados de alguns arranjos específicos, ainda que esta tecnologia não esteja de todo amadurecida.

Para aplicar esta tecnologia no escopo do Projeto, seria necessário encontrar uma comunidade onde já houvesse alguma atividade de coleta de oleaginosas e extração de óleo. Em seguida, seria necessário avaliar se esta atividade poderia ser realizada de forma regular e econômica na escala exigida pelo consumo típico do grupo gerador. Sabe-se que há produções dispersas de óleos vegetais em comunidades isoladas, a partir de extrativismo, mas trata-se geralmente de atividade secundária e esporádica, com produção reduzida.

Finalmente, seria necessário implantar um esquema de filtração e limpeza eficiente do óleo vegetal a ser utilizado no motor. Ao longo dos estudos executados no estado do Amazonas, não foi identificada nenhuma localidade que contivesse as características mencionadas anteriormente, dificultando a utilização da tecnologia em questão no âmbito do referido projeto.

Para promover e facilitar a utilização de energias renováveis no âmbito da eletrificação rural no Norte e no Nordeste do Brasil, uma cooperação técnica entre a GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) e a Eletrobrás foi firmada.

*O **Projeto de Cooperação Técnica GTZ** prevê o desenvolvimento de modelos sustentáveis de eletrificação rural com energias renováveis, juntamente com as concessionárias, que são os principais agentes executores do acesso à energia. São desenvolvidos, testados e aprimorados modelos sustentáveis de eletrificação rural, utilizando os potenciais regionais da energia renovável mais apropriada.*

A gestão e manutenção do sistema individual ou descentralizado é o ponto mais crítico deste tipo de serviço (e é o foco do projeto). Por meio da implantação de projetos-piloto, as concessionárias responsáveis adquirem os conhecimentos necessários para uma ampla replicação do modelo e a capacidade para disseminar energias renováveis em sua área de concessão. Os relatórios detalhados do desenvolvimento do projeto serão encaminhados à Aneel, explicando a repercussão do projeto junto aos consumidores, o desempenho dos equipamentos e as vantagens e desvantagens resultantes.

As concessionárias do Norte e do Nordeste também serão capacitadas para a realização de projetos sustentáveis de eletrificação rural com energia renovável para disseminação desse tipo de geração de energia em suas áreas de concessão.

O mencionado projeto de cooperação resultou em um seminário que estimulou os participantes e organizadores a assumirem compromissos futuros que podem ser analisados em 3 (três) focos distintos: na ótica das concessionárias, da Aneel e da Eletrobrás:

a) Concessionárias. No geral, as concessionárias evidenciam as dificuldades que existem para se levar energia às regiões mais remotas do Norte e Nordeste do país. São dois os pontos relevantes considerados pelas concessionárias como obstáculos para se atingir a universalização: (i) a inviabilidade econômica de se levar energia convencional para certas regiões remotas; (ii) a falta de flexibilidade ou mesmo inexistência da legislação sobre o conceito de atendimento para o caso do uso das fontes renováveis de energia.

b) Aneel. A Agência se mostrou disposta a receber e discutir propostas para alteração e complementação da legislação atual, principalmente no que se refere à consideração de atendimento com o uso de fontes renováveis de energia. A própria legislação precisa de implementação (somente para sistemas individuais existe a Resolução nº 83, de setembro de 2004). Para sistemas de geração com distribuição por meio de minirredes ainda não há uma resolução específica. É importante que a Aneel receba informações consistentes sobre a realidade desses locais, considerados isolados, para reduzir barreiras e desafios a serem enfrentados no Norte e Nordeste.

c) Eletrobrás. Com esse seminário, a Eletrobrás anunciou um papel importante no contexto da universalização que é o de interagir com a Aneel e concessionárias na busca de soluções de atendimento para aquelas localidades que tão cedo não serão atendidas pelas redes convencionais.

Inserida em um projeto de cooperação que visa à criação de modelos para o uso, gestão e disseminação de fontes renováveis de energia, a Eletrobrás pode também testar modelos de gestão, por intermédio de projetos-piloto, que possam ser executados pelas concessionárias, como é o caso do projeto em execução em seringais no Estado do Acre.

É objetivo também da instituição (considerando as competências previstas no projeto de cooperação) apresentar sugestões e propostas para alguns aspectos da legislação que dificultam o atendimento às variadas realidades do Norte e Nordeste brasileiro.

Outro programa relevante é o Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial (PDTI) que tem buscado articular a cooperação e a parceria das empresas da Eletrobrás com universidades, centros de pesquisa e indústrias.

*Dentre as atividades desenvolvidas pelo **Programa de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial**, destaca-se o Projeto de Desenvolvimento de Modelo Estratégico para Gestão Tecnológica e Gestão de Inovação e o Programa de Logística e Suprimento do Grupo Eletrobrás. Em 2005, o grupo investiu cerca de R\$ 250 milhões em projetos de pesquisa, capacitação e desenvolvimento tecnológico, metade de tudo o que foi autorizado pela estatal entre 2000 e 2004 para a área. De 2001 até 2005, a Eletrobrás já soma 141 projetos de pesquisa e desenvolvimento sob sua responsabilidade, num total de R\$ 314 milhões. Somando as suas cinco subsidiárias, o número de programas chega a 728, com um investimento de R\$ 772,5 milhões. Entre os quais se destacam:*

- (1) Convênio Eletrobrás/IME/IPD/Daimler Chrysler, que objetiva testar motores a diesel, com biodiesel à base de óleo de dendê;*
- (2) Programa de Cooperação Tecnológica Brasil-Ucrânia, que objetiva a transferência de tecnologia da Ucrânia para o Brasil, com vistas a ações para o desenvolvimento de equipamento para queima dos combustíveis renováveis (biodiesel e etanol);*
- (3) Ventosul, que tem o objetivo de levantar e analisar o potencial de geração eólica passível de ser aproveitada na região do Mato Grosso;*

(4) Geração de Energia Elétrica pelas Ondas do Mar, que desenvolve e implanta um protótipo de usina para geração de energia elétrica pelas ondas do mar na costa do Estado do Ceará;

(5) Eletrosolar, que tem o intuito de implementar uma unidade-piloto para a produção de módulos fotovoltaicos com tecnologia nacional inovadora, alta eficiência e baixo custo;

(6) Convênio Eletrobrás/Coppetec, cujo objetivo é elaborar um anteprojeto para implementação do projeto-piloto de desenvolvimento sustentável, baseado na produção do biodiesel de óleos vegetais para geração de energia no Estado do Amazonas.

Vale ainda destacar o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (Prodeem), concebido e coordenado pelo Ministério de Minas e Energia. O programa é uma iniciativa que visa levar energia elétrica às comunidades rurais desassistidas, utilizando recursos naturais, renováveis e não-poluentes disponíveis nas próprias localidades.

Como vantagens dessa iniciativa, destacam-se o desenvolvimento social e econômico de áreas rurais, com impactos diretos no nível de emprego, e a conseqüente redução dos ciclos migratórios em direção aos centros urbanos.

As principais aplicações do Prodeem foram de caráter comunitário, incluindo escolas, igrejas, centros comunitários, sistemas de bombeamento de água, iluminação pública e clínicas de saúde.

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)

A Aneel, criada em 1996 pela Lei nº 9.427, é uma autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Tem como missão proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade. Segue uma síntese da legislação em vigor.

Resolução Aneel nº 112/1999: *Apresenta os procedimentos e os requisitos necessários à obtenção de registro ou autorização para a implantação de centrais geradoras a partir de fontes alternativas de energia.*

Lei nº 10.438/2002: *Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial e sobre a recomposição tarifária extraordinária; cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) e dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica.*

Resolução Aneel nº 223/2003: *Estabelece as condições gerais para elaboração dos planos de universalização de energia elétrica, visando ao atendimento de novas unidades consumidoras com carga instalada de até 50 kW, e fixa as responsabilidades das concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica.*

Lei nº 10.762/2003: *Dispõe sobre a criação do Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica.*

Decreto Presidencial nº 4.873/2003: *Art. 1º. Fica instituído o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS", destinado a propiciar, até o ano de 2008, o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possui acesso a esse serviço público.*

Resolução Aneel nº 459/2003: *Estabelece a forma de utilização de recursos provenientes dos pagamentos pelo uso de bem público (UBP) e de multas aplicadas pela Aneel, para fins do "programa de universalização do acesso à energia elétrica em áreas rurais".*

Portaria MME nº 38/2004: *Aprova o Manual de Operacionalização que estabelece os critérios técnicos, financeiros, procedimentos e prioridades que serão aplicados no Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS".*

Lei nº 10.847/2004: *Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e de pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.*

Lei nº 10.848/2004: *Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica. "Art. 1º. A comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como destes com seus consumidores, no Sistema Interligado Nacional (SIN), dar-se-á mediante contratação regulada ou livre, nos termos desta Lei e do seu regulamento".*

Seminário de Construção de Cenários do Consenso para Eletrificação de Comunidades Rurais

O seminário foi realizado nos dias 27 e 28 de abril/2006, na cidade do Rio de Janeiro, e foi promovido pelo Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (Ivig), em parceria com o Institute of International Education (IEE), com o apoio do Ministério de Minas e Energia e da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (Usaid).

Durante o evento, foi feita uma apresentação do senhor Jerson Kelman, diretor-presidente da Aneel. Nos debates, surgiram dúvidas e questionamentos. Por solicitação do próprio diretor-presidente da Agência, foi agendada uma reunião para dar seqüências aos questionamentos e seus esclarecimentos. Tem-se, a seguir, uma síntese da reunião.

Síntese dos questionamentos e contribuições apresentados no Segundo Seminário de Construção de Cenários do Consenso para Eletrificação de Comunidades Rurais

i) A resolução da Aneel, de junho de 2004, retira a sub-rogação da CCC para empreendimentos hidráulicos com potência inferior a 1 MW na Região Amazônica. Na tentativa de corrigir esse impedimento legal, foi proposta a Lei n° 3.566/2004, ainda em tramitação no Congresso. A questão suscitada é se a Aneel, dentro dos objetivos do Programa Luz Para Todos, pode identificar uma solução de extensão da sub-rogação da CCC para empreendimentos com potência inferior a 1 MW, independente da aprovação da Lei n° 3.566/2004 pelo Congresso.

ii) É razoável exigir padrão de qualidade de atendimento na Amazônia (DEC/FEC). O DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) indica o número de horas (média) que um consumidor fica sem energia elétrica durante um período, geralmente mensal. Já o FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) indica quantas vezes, em média, houve interrupção na unidade consumidora (residência, comércio, indústria etc.). Modificar a Resolução n° 456, para se ter um tratamento específico da qualidade de fornecimento de energia elétrica na Região Amazônica e áreas isoladas, faz-se necessário um tratamento específico de regulação para a Amazônia no que diz respeito a minirredes e serviços adequados (o conceito de qualidade do serviço não pode ser único para todo o Brasil). O conceito de serviços adequados de energia não pode ser usado em sua plenitude no caso da Amazônia, devido às limitações intrínsecas à região. Nesse contexto, está sendo conduzida – no âmbito da Aneel – alguma ação relativa à

regulação de minirredes de distribuição para a Amazônia ou qualquer outra área isolada? O objetivo deve ser a redefinição ou uma melhor conceituação de serviço adequado.

iii) A Aneel deve trazer para si a responsabilidade pela definição e/ou decisão da sub-rogação. Não deve caber às empresas concessionárias decidir se é conveniente, ou não, sub-rogar os recursos para empreendimentos que irão substituir os combustíveis fósseis.

iv) A Aneel deliberou, na Resolução nº 12/2000, que somente seriam reconhecidas como autorizadas ou permissionárias de distribuição de energia elétrica aquelas cooperativas que estivessem constituídas até julho/1995. Com isso, a Aneel fecha as portas para a composição de novas cooperativas, o que é contraditório, uma vez que o princípio constitucional brasileiro aponta para o estímulo ao cooperativismo.

v) A Resolução nº 83/2004 regula os sistemas fotovoltaicos e estabelece que a concessionária deve atender ao consumidor em corrente alternada. A resolução também define parâmetros mínimos de atendimento de 13 kWh/mês garantido. É fato que o conversor CC-CA é o equipamento que mais apresenta problemas nos sistemas fotovoltaicos, além de embutir a estes maiores custos. Há alguma possibilidade de a Aneel rever esta resolução, no sentido de permitir o atendimento em corrente contínua, bem como também reduzir a potência mínima, como forma de reduzir os custos da instalação desses sistemas?

vi) A CCC não se mostra como um atrativo ao agente distribuidor, uma vez que não registra um paralelo dos mecanismos existentes. Sem existir um indicador de redução dos incentivos à geração do diesel, o distribuidor não será estimulado a promover as tecnologias alternativas. Dessa forma, faz-se imperativo que exista um paralelo entre os dois mecanismos: CCC e subsídios.

Síntese das respostas apresentadas pelo senhor Jerson Kelman para cada item dos questionamentos e contribuições apresentados no Segundo Seminário de Construção de Cenários do Consenso para Eletrificação de Comunidades Rurais

i) Afirmou que, por ação da diretoria-geral da Aneel, encaminhou solicitação ao Ministério de Minas e Energia para que se verifique a possibilidade de se promover

ações que tornem possível romper essa barreira. Foi informado que está em tramitação no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 3.566/2004, destinado a alterar a barreira imposta pela Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998.

ii) É razoável exigir padrão de qualidade de atendimento na Amazônia (DEC/FEC). O Diretor da Aneel informou que solicitou uma minuta de resolução para a Superintendência de Regulamentação de Comercialização e Regulação que aponte para a flexibilização. A nota técnica está pronta e encontra-se na Procuradoria Jurídica da Agência para verificar a viabilidade legal. A análise jurídica recai no fato da flexibilização da qualidade do fornecimento e/ou serviço e do direito da comunidade. A questão é como promover o debate que leve a uma decisão no ceio da comunidade. Qual o fórum legal de tomada dessa decisão (a natureza do problema da resolução é jurídica)?

iii) A Aneel deve trazer para si a responsabilidade pela definição e/ou decisão da sub-rogação. O senhor Jerson Kelman entende que os sinais econômicos estão falhos. A Aneel não tem poder de intervenção e só pode atuar nos sinais econômicos.

iv) A Aneel deliberou, na Resolução nº 12/2000, que somente seriam reconhecidas como autorizadas ou permissionárias de distribuição de energia elétrica aquelas cooperativas que estivessem constituídas até julho/1995. A Agência tem atuado no sentido de viabilizar a entrada de outros atores sempre que venha atender o interesse público. O caminho para a atuação das cooperativas está aberto e há grandes possibilidades para esses atores.

v) A Resolução nº 83/2004 regula os sistemas fotovoltaicos e estabelece que a concessionária atenda ao consumidor em corrente alternada. A Aneel já tem em andamento um projeto-piloto com a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) e com a Companhia de Eletricidade do Acre (Eletroacre) na zona de Xapurí. São 100 unidades de células fotovoltaicas, e foi solicitada uma autorização para que seja feito um teste-piloto, eliminando o inversor. A Aneel está usando esse projeto para verificar se a Resolução nº 83/2004 deve ser realmente modificada em amplo espaço.

vi) A CCC não se mostra como um atrativo ao agente distribuidor, uma vez que não se registra um paralelo dos mecanismos existentes. Segundo o Senhor Jerson Kelman, esse item está estreitamente vinculado ao item iii. Nesse sentido, a Agência está aberta a qualquer sugestão de incentivos econômicos, dentro da lei, na direção de induzir a distribuidora a ir além do uso dos subsídios e buscar desenvolver projetos a partir de fontes alternativas.

INICIATIVAS ESTADUAIS

Região Norte

Programa Estadual de Biodiesel do Amazonas

O Estado do Amazonas oficializou sua participação no PNPB quando o Governo do Estado, por meio da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia (SECT), articulou e elaborou o Programa Estadual do Biodiesel (PEB), com a participação das várias instâncias representativas do Estado. O resultado da articulação propõe: a) a construção de uma matriz contendo as principais linhas de P&D que compõem o Programa Estadual do Biodiesel do Amazonas; b) a elaboração e a aprovação de dois projetos de P&D, relacionados com o processo de produção do biodiesel (foco tecnológico), fomentados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep/MCT) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam/SECT), sendo: Projeto 1. “Programa de Biodiesel para o Amazonas: Oleaginosas Nativas”; Projeto 2. “Programa de Biodiesel para o Amazonas: Dendê”.

O desafio maior para que o programa tenha êxito, e não sofra descontinuidade, é propor um modelo de implantação integrado, sem descuidar de nenhum dos seus segmentos/componentes, de maneira que se promova uma nova dinâmica econômica, inserindo esse novo componente energético aos arranjos produtivos locais (APLs), sem descuidar da análise dos possíveis impactos (ambiental, social, econômico, etc.) que podem ser causados pela introdução dessa nova forma de combustível.

Para atingir tais objetivos, além do início da execução dos projetos já aprovados, existe a perspectiva da SECT de articular a elaboração/apresentação de novos projetos aos fundos setoriais, visando o fortalecimento do Programa Estadual do Biodiesel.

Com o ideal de congregar esforços para alcançar esses objetivos, a SECT já promoveu dois seminários estaduais de energias renováveis: *biodiesel* e *sustentabilidade*. Além de propostas sugeridas, os seminários resultaram em uma carta com sugestões e recomendações de procedimentos a serem adotados sobre o tema.

Carta de Manaus (17 de julho de 2007)

- *Reunião do grupo executivo para eleger conjunto de municípios para o programa de produção do biodiesel no Amazonas (prazo de 90 dias).*
- *Elaboração de projetos de plantio de dendê em assentamentos nas áreas que sofreram desmatamento para agricultura familiar itinerante (Presidente Figueiredo, Apuí, Rio Preto da Eva).*
- *Desenvolvimento de projetos diferenciados de longo prazo para a região, uma vez que não existe modelo consensual para Amazônia.*
- *Desenvolvimento de atividades que propiciem a cada região encontrar a planta oleaginosa mais adequada (a mamona foi a planta escolhida pelo governo em 2004, mas não deu certo).*
- *Busca de solução para o campo, antes de se pensar em usinas.*
- *A determinação de aquisição da matéria-prima (41%) é um dos gargalos do projeto devido ao problema da logística.*
- *Busca de solução para problemas relacionados à energia elétrica e ao transporte.*
- *Constatação de resistência das empresas em adotar o biodiesel.*
- *Vulnerabilidade climática da Amazônia, com possibilidades de isolamento das comunidades e comprometimento do transporte do biodiesel.*
- *Aproveitamento de cinzas e resíduos agrícolas.*
- *O extrativismo não poderá manter a demanda de produção de biodiesel.*
- *Legislação ambiental – necessidade da criação de um marco regulatório.*
- *Fortalecimento das nove unidades extratoras já existentes de modo que elas possam operar de forma contínua no interior.*
- *Dificuldade em se aproveitar áreas degradadas, devido à dispersão dessas áreas.*
- *Necessidade de maior parceria com os demais países do Pacto Amazônico.*
- *A maior parte da produção de biodiesel deve ser usada para abastecer o mercado local e estadual.*
- *Utilização do óleo vegetal puro como alternativa viável para o problema energético das comunidades isoladas da Amazônia.*
- *Importância da participação da iniciativa privada.*
- *Produção, qualificação, capacitação.*
- *Necessidade de áreas degradadas para produção de dendê.*

- *Elaboração de política de investimentos financeiros para o programa.*
- *Inserção das comunidades do interior na capacitação.*
- *Mantença, por parte do governo, da viabilidade do processo no caso do biodiesel.*
- *Elaboração de política voltada para as comunidades isoladas e para a agricultura familiar (pessoas fora do processo produtivo nacional).*
- *Investimento em educação.*
- *Instalação de cursos de Química, bem como cursos de pós-graduação com foco nas necessidades do distrito industrial e do biodiesel nas universidades instaladas no Estado.*
- *Capacitação de atores para elaborar projetos de interesse da região.*
- *Elaboração de política que propicie curso de gestão no Estado.*
- *Parcerias com empresários, outras universidades, associações, cooperativas etc.;*
- *Planejamento para a produção de biodiesel em comunidades isoladas.*
- *Planejamento para a produção do biodiesel a partir do aproveitamento do óleo de cozinha descartado nas cidades.*
- *Convênios com o terceiro setor voltados para o interesse da região.*
- *Exploração do biocombustível com preservação da floresta e, prioritariamente, com ocupação de áreas impactadas (degradadas).*
- *Incentivo à vinda de empresas para produção local de equipamentos de interesse da cadeia produtiva do biodiesel.*
- *Incentivo à produção do biocombustível e de energias renováveis.*
- *Incentivo ao desenvolvimento e aplicação de tecnologias sociais (empreendedorismo social) de base sustentável.*

Região Centro-Sul

Programa Paranaense de Bioenergia (PR)

O Programa Paranaense de Bioenergia foi criado com a finalidade de gerir e fomentar ações de pesquisa e desenvolvimento, aplicações e uso da biomassa no Estado do Paraná, com o foco inicial na produção e aplicação do biodiesel como biocombustível, adicionando-o na matriz energética estadual. A concepção do programa insere aspectos como inclusão social e desenvolvimento regional pelo meio de geração de emprego e renda, impacto na qualidade do ambiente por intermédio de redução de poluentes, entre outros.

O programa tem por objetivo demonstrar a viabilidade técnica e econômica da utilização do óleo de origem vegetal em substituição ao óleo diesel na movimentação de tratores e máquinas utilizadas nas propriedades rurais.

São objetivos específicos: (i) produzir óleo vegetal, com baixo custo, visando à substituição do óleo diesel utilizado na propriedade e, conseqüentemente, diminuindo custos na produção de alimentos e contribuindo com a melhoria do meio ambiente; (ii) utilizar pequenas áreas, no período normal de safra ou no período da “safrinha” ou inverno, para o cultivo de plantas oleaginosas, visando à produção de biocombustível; (iii) utilizar tortas residuais do processo de extração do biocombustível para alimentação animal ou comercialização; (iv) estudar a tecnologia de produção e suas modificações; (v) caracterizar óleos vegetais e o biodiesel com eles produzidos, a execução de testes de aplicação de biodiesel puro e suas misturas com o diesel comum.

Entre as ações propostas para o desenvolvimento do programa, algumas já estão em fase de execução, como o projeto e a implantação de uma usina semi-industrial para a produção de biodiesel. Vale destacar também a identificação de matérias-primas como o girassol e o nabo forrageiro para a fabricação de biodiesel. Há ainda previsão de testes em bancada com os óleos de soja, algodão, girassol, nabo forrageiro e de caroço de algodão *in natura*, e com os ésteres etílicos desses materiais. Um programa monitorado de uso de biodiesel em tratores e máquinas agrícolas está incluído no desenvolvimento do programa em questão.

Região Nordeste

Programa do Biodiesel do Estado de Alagoas

O Programa do Biodiesel do Estado de Alagoas, incentivo à produção de biodiesel, visa convergir ações governamentais articuladas com o interesse e a iniciativa de segmentos sociais e empresariais com a finalidade de consolidar a cadeia produtiva do biodiesel no Estado. As diretrizes seguem as do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). O desafio maior para que o programa tenha êxito – e não sofra descontinuidade – é propor um modelo de implantação integrado, sem descuidar de nenhum dos seus segmentos/componentes, de maneira que se promova uma nova dinâmica econômica, inserindo esse novo componente energético aos arranjos produtivos locais (APLs). Esses arranjos, implementados em Alagoas, se tornaram uma referência nacional e visam não só o lado econômico, mas, também, promovem a inclusão social.

Desde julho de 2005, o Estado de Alagoas¹ incentiva a implantação de projetos, nas áreas agrícolas, industriais e tecnológicas, para combustíveis renováveis. Trata-se de alternativa para a geração de energia elétrica – a médio e longo prazo – e de matéria-prima – em curto prazo – para a produção de óleo de mamona. O Estado coordena, ainda, ações em parceria com a iniciativa privada, por meio da empresa denominada Óleos Vegetais de Alagoas (Oleal).

Outro ponto importante são as unidades demonstrativas da cultura da mamona, montadas pela Secretaria de Agricultura e pela Embrapa, e instaladas em 10 (dez) municípios com o objetivo de orientar o produtor e avaliar o desempenho das sementes recomendadas pela Embrapa Alagoas. O Estado possui pré-requisitos essenciais para o desenvolvimento da produção de biocombustíveis em seu território, quer em relação à produção de matérias-primas (como oleaginosas e cana-de-açúcar), quer em relação à necessidade de se universalizar o acesso a um combustível limpo para a população alagoana que vive em regiões mais isoladas do Estado, principalmente na região do semi-árido. No médio e longo prazo, o biodiesel pode tornar-se importante fonte de divisas para o Estado, somando-se ao álcool como fonte de energia renovável. Portanto, a inserção de Alagoas no Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel significa também a busca pela tão sonhada auto-sustentabilidade energética para que, num futuro próximo, as cidades interioranas produzam o biodiesel necessário para o seu abastecimento.

Programa de Biodiesel da Bahia (Probiodiesel)

O Probiodiesel tem como objetivo estratégico produzir um combustível proveniente de matéria-prima 100% renovável e sua posterior introdução na matriz energética estadual e nacional. Óleos vegetais de diversas oleaginosas, como a mamona, a soja, o algodão, o girassol, o dendê e ainda os óleos e as gorduras residuais (OGR) vegetais ou animais poderão ser utilizados como matéria-prima para a produção do biodiesel. Com base no zoneamento realizado pela Embrapa, constata-se que o Estado da Bahia possui grande potencial para a expansão do cultivo da mamona.

Numa ampla articulação, envolvendo o MCT/Finep, a SECT, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), universidades e empresas atuantes no Estado da Bahia, o *Probiodiesel Bahia* compõe-se de diversos projetos como: implantação de laboratório de referência na avaliação de biodiesel em motores e controle das emissões atmosféricas; modernização da infra-estrutura do laboratório físico-químico localizado na Universidade Estadual de Santa Cruz (Uesc), tornando-o um laboratório de referência

3 O Estado de Alagoas, por intermédio da Secretaria Executiva de Planejamento e Orçamento, mantém parceria com: (i) o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Alagoas; (ii) a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; (iii) a Universidade Federal de Alagoas; (iv) a Fundação de Amparo e Pesquisa em Alagoas; (v) a Fundação Universidade de Alagoas; (vi) as secretarias de Desenvolvimento Econômico, Agricultura, Ciência e Tecnologia, Indústria, Comércio e Serviços; (vii) Banco do Brasil e outras instituições.

em análise de controle de qualidade em biodiesel (com base na pré-norma brasileira ANP nº 255/2003); implantação de unidade industrial de processo contínuo de biodiesel na região metropolitana de Salvador; geração de energia a partir do biodiesel em comunidades rurais; criação da Rede Baiana de Biodiesel; e acordo de cooperação para uso do biodiesel em frota cativa.

INICIATIVAS MUNICIPAIS

Montes Claros/MG. O município de Montes Claros, localizado na região norte de Minas Gerais, aprovou na câmara municipal, com a devida sanção do Prefeito, a lei que cria o Conselho Municipal de Biocombustíveis no âmbito do município, com o objetivo de atuar em consonância com as políticas nacional e estadual de biocombustíveis. Compete ao Conselho Municipal de Biocombustíveis (Combio) elaborar, propor e executar o Programa Municipal de Biocombustíveis em sintonia com as políticas e/ou programas de esfera superior afins, delegando, se necessário, funções à órgão e/ou entidade que atue no município de Montes Claros.

Por sua atuação, o Combio é um órgão autônomo, de caráter permanente, deliberativo e consultivo e, assim, atuará no sentido de apoiar as organizações da agricultura familiar e do agronegócio do município de Montes Claros. O ideal é criar condições para a implantação das políticas nacional e estadual de biocombustíveis no referido município. Será tripartite, composto pelo poder público, entidades patronais e entidades representativas dos trabalhadores, além de convocar consultores técnicos especializados, quando necessário, sem ônus aos cofres públicos. Poderá, ainda, criar câmaras técnicas e/ou grupos de trabalho para tratar de assuntos específicos ligados ao tema biocombustíveis e realizar seminários, fóruns ou conferências sobre o tema. A lei vige desde 25 de junho de 2007.

Santo Augusto/RS. Com o objetivo de implantar e manter o Programa de Incentivo à Produção de Biocombustível (Probio), criado pela Lei Municipal nº 1.938, de 7 de agosto de 2007, o município de Santo Augusto, localizado no Rio Grande do Sul, estimula o cultivo, a realização de pesquisas, experimentos e atividades em busca do desenvolvimento de tecnologias aplicáveis à exploração econômica das culturas de plantas oleaginosas e outras plantas que sirvam de matéria-prima para produção de biocombustíveis, tais como óleos vegetais, biodiesel e álcool.

Além disso, a lei: (i) viabiliza a instalação de unidades industriais no município para a produção de óleo vegetal e seus derivados, idealizando participar do Pólo Oleoquímico do Rio Grande do Sul; (ii) estimula a produção e o consumo de biocombustíveis; (iii) fomenta novas alternativas para oferta de matérias-primas com vista à produção de combustíveis renováveis; (iv) cria novas alternativas de produção, difundindo as ofertas dos produtos no mercado local, regional e nacional.

Considerações finais

As diretrizes para a política de agroenergia foi elaborada de forma articulada envolvendo os Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), da Ciência e Tecnologia (MCT), de Minas e Energia (MME) e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MIDC).

No entanto, o plano nacional de agroenergia tem como coordenador principal o Mapa. Não fez parte da construção do plano e nem das diretrizes o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

Ambos os documentos mencionados anteriormente orientam a política de agroenergia no Brasil e, dentre as ações propostas, constam atividades voltadas aos biocombustíveis e à inserção da agricultura familiar nessas políticas.

Já o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) é um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável, técnica e economicamente, da produção e do uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional pela geração de emprego e renda. O programa é a expressão máxima da política de biocombustíveis que insere agricultores familiares.

A CCC subsidia, em média, cerca de 60% do custo de combustíveis fósseis utilizados na geração termelétrica dos sistemas isolados da Região Norte. A sub-rogação da CCC para projetos que substituam a geração termelétrica com derivados de petróleo por fontes renováveis (solar, eólica, biomassa e PCH) não tem sido suficiente para que se registrem alterações no perfil do parque gerador regional. Vale ressaltar a impossibilidade de a CCC aplicar incentivos em sistemas de geração com óleo vegetal *in natura*. A lei só contempla o biodiesel.

Existe pouco estímulo das empresas concessionárias regionais “em preferirem os recursos fáceis – garantidos por lei – dos reembolsos aos combustíveis fósseis”. Não há obrigatoriedade para que os atuais concessionários geradores substituam os combustíveis fósseis por fontes renováveis.

O Proinfa somente atende os sistemas interligados, não atende os sistemas isolados. É preciso adequar e alterar a legislação atual no que se refere à consideração de atendimento com o uso de fontes renováveis de energia. Para inclusão dos biocombustíveis como negócio para concessionárias, torna-se necessário trabalhar ativamente na consolidação tecnológica e na operação e manutenção de sistemas isolados ou *minirredes*. Assim é preciso criar mecanismos de políticas públicas para tornar as fontes renováveis de energia uma opção real de negócio para as concessionárias.

Os sistemas isolados da Região Amazônica consumiram mais de 800 milhões de litros de diesel no ano de 2006. Inquestionavelmente, esses sistemas são um mercado consumidor de biodiesel ou de óleos vegetais.

REFERÊNCIAS

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Informações Técnicas*. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 20 de setembro de 2007.

BRASIL. *Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel*. Disponível em <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em 20 de setembro de 2007.

ELETOBRÁS. CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. *Programas e fundos setoriais*. Disponível em <<http://www.eletobras.gov.br>>. Acesso em 20 de setembro de 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011*. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 20 de setembro de 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Diretrizes de política em agroenergia*. Disponível em <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em 20 de setembro de 2007.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. *Biodiesel no Brasil: resultados sócio-econômicos e expectativa futura*. Brasília. Março de 2007. Disponível em <<http://www.mda.gov.br/saf/arquivos/0705113220.doc>>. Acesso em 20 de setembro de 2007.

Outros links pesquisados:

<http://www.iapar.br/iapar_xoops/arquivos/File/bioenergia.pdf>.

<<http://www.seplan.al.gov.br/programas-e-projetos/biodiesel/recorte.shs>>.

<http://www.biodiesel.gov.br/docs/BA_PROBIODIESELpdf.pdf>.

<<http://www.biodieselbr.com/artigos/mamona/ga-biodiesel-base-mamona.htm>>.

<<http://www.cmmoc.mg.gov.br/.../projeto-de-lei-nb0-195-2007/projeto-de-lei-195-2007.pdf>>.

<<http://www.santoaugusto.rs.gov.br>>.

3. TECNOLOGIAS COMERCIAIS DISPONÍVEIS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA EM COMUNIDADES ISOLADAS

Antes de falar das tecnologias comerciais disponíveis para a produção de energia em comunidades isoladas, deve-se ter em mente a melhoria da *eficiência energética* de todos os processos consumidores de energia, tanto produtivos quanto sociais, começando pela eficiência na produção de recursos naturais e incluindo os energéticos e sua transformação, transporte, fabricação do equipamento e uso, tudo para conseguir reduzir o consumo de energia.

Outra forma de maximizar o uso da energia primária é a aplicação da co-geração, que consiste na produção simultânea de energia térmica e energia elétrica a partir do uso de um combustível convencional (gás natural, óleo combustível, diesel e carvão) ou algum tipo de resíduo industrial (madeira, bagaço de cana, casca de arroz, etc.). Mais exatamente, a maximização representa o aproveitamento local do calor residual originado nos processos termodinâmicos de geração de energia elétrica que, de outra forma, seria desperdiçado.

A energia pode ser transformada em vapor, eletricidade, frio e força motriz. É ainda possível a produção de gás carbônico (CO²) pela descarga dos gases de combustão. A co-geração permite utilizar até 85% de energia contida no combustível e é aplicável em instalações que necessitem simultaneamente de energia térmica e elétrica em diversos segmentos: indústria, comércio e serviços. O MME introduziu a co-geração de energia entre as alternativas para a ampliação da oferta de eletricidade no curto prazo (*site da BR, setembro 2007*).

Existem empresas especializadas em planejar programas de eficiência energética (conhecidas como “escos”). A Union Rhac é uma delas, responsável por implantar programas de co-geração consorciada à Icara, uma empresa da British Gas. Considerando a co-geração, chega-se a economizar entre 20 e 30% de energia. Para isso, em geral, essas empresas tomam financiamento do BNDES, que tem um programa voltado para a área, o Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (Proesco) (*Ecopress, 18.9.2007*).

Quanto à produção de energia em comunidades isoladas, a Tabela 3.1 indica os custos de instalação e geração das principais fontes primárias de energia disponíveis na Amazônia, segundo um estudo realizado pelo José de Castro Correia, doutor em planejamento energético e professor da Universidade Federal do Amazonas.

Tabela 3.1. Custos de instalação e de geração das principais fontes primárias de energia disponíveis na Amazônia

FONTE DE ENERGIA	Custo de instalação (US\$/MWh)	Custo de geração (US\$/MWh)	
		Sem CCC	Com CCC
Fotovoltaica	10.000,00	313,32	78,33
Hidrocinética*	5.000,00	190,10	98,23
Eólica	1.000,00	45,01	26,05
Gaseificação**	750,00	115,28	101,00
Vapor	600,00	113,67	96,91
Biodiesel***	303,00	305,00	300,18

CCC: conta de consumo de combustível.

* Roda d'água flutuante.

** Sem consumo de diesel.

*** Biodiesel de babaçu.

Fonte: Castro, 2005.

A seguir serão descritas algumas das tecnologias comercializadas no Brasil, adaptáveis ou de uso específico em comunidades isoladas.

A. Biomassa como Matéria-Prima

1. Combustão de biomassa

Ganhador do Prêmio Finep da Região Norte na categoria Inovação Social, o *fogão gera luz*, concebido pelo Sr. Ronaldo Muneo Sato, foi desenvolvido como alternativa de geração de energia elétrica para atender aos domicílios isolados sem acesso à rede elétrica convencional.

Foi firmado um convênio entre o Governo do Estado do Acre, pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável (Seplans), a Fundação de Tecnologia do Acre (Funtac), em parceria com as Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Eletronorte), Companhia de Eletricidade do Acre (Eletroacre) e a Universidade Federal do Acre

(Ufac), para desenvolver uma tecnologia genuinamente nacional, com capacidade de gerar energia elétrica com o aproveitamento de calor de um fogão doméstico.

A nova tecnologia explora o calor engendrado e desperdiçado em um fogão por intermédio de um eficiente sistema que utiliza a produção de vapor para acionar um motor acoplado a um gerador. Este sistema elimina preocupações em relação à segurança, pois não armazena nem água, nem vapor, já que a água injetada se transforma imediatamente em vapor sem o efeito cumulativo de pressão considerado numa caldeira (*site da Funtac, outubro de 2007*).

Figura 3.1

Cartaz do fogão doméstico

Centro de Referência de Energia de Fontes Renováveis

Energia gerada por um fogão doméstico uma *microusina* dentro de casa

Características

- Atende com energia elétrica o domicílio com 5 lâmpadas e 1 aparelho de TV.
- Equipamento de simples manejo e pouca manutenção, facilitando a sua operação pela dona de casa.
- Formado por componentes genuinamente nacionais.
- Eliminação completa da fuligem no ambiente familiar.



- Otimização do consumo de biomassa.
- Possibilita o acesso de um aparelho de TV e/ou rádio, atenuando o isolamento.
- Redução do nível de fumaça pela eficiência na combustão da biomassa.

Fonte: *Site da Funtac, outubro de 2007.*

O que valoriza o fogão elétrico, segundo o governador em exercício, Arnóbio Marques, é o fato de que ele irá levar energia à população totalmente isolada que vive dentro das florestas e seringais. "Isso vai gerar um avanço muito grande para o Estado", garantiu (*Estado do Acre, em 10.8.2007*).

A empresa mineira Damp Eletric (Grupo BMG) investirá em uma indústria com previsão de produção inicial de 300 unidades/mês do fogão que gera energia elétrica para atender as comunidades isoladas (*Estado do Acre*, em 10.8.2007).

2. Gaseificação

Com relação ao sistema de gaseificação, não existem sistemas comercialmente disponíveis no país. Algumas universidades têm trabalhado com sistemas de gaseificação, como a Universidade de Brasília (UnB) e a Universidade Federal do Pará (UFPA), mas nada em escala comercial. O Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio), em parceria com o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), está desenvolvendo um sistema de gaseificação de biomassa *in natura* de 20 kW, com tecnologia totalmente nacional. Entretanto, não existem outros fabricantes no país (e-mail de Sandra Apolinário, Cenbio – IEE/USP, dia 27 de setembro de 2007).

3. Biodigestão (produção de biogás)

O biogás é um combustível um pouco menos eficiente do que os derivados do petróleo. Um metro cúbico de biogás equivale a 0,61 litros de gasolina, 0,58 litros de querosene ou 0,55 litros de diesel. A diferença, no entanto, é a que pode ser obtida por meio de uma fonte muito acessível no meio rural brasileiro: o esterco (ANHALT, 2006), entre outras matérias orgânicas.

Um equipamento pode fornecer biogás suficiente para uso em fogões, para produzir eletricidade, alimentando geradores, e para movimentar bombas de sistemas de irrigação. O processo de transformar massa orgânica em combustível se dá utilizando um equipamento chamado biodigestor, a partir do qual se obtém biogás e *biofertilizante*. Evidentemente, a produção depende da quantidade de material que for inserida. A estrutura, bastante simples, é fabricada até em alvenaria. Somente algumas peças são mais complexas para garantir o isolamento para a câmara, que deve permanecer sem oxigênio. A ausência de componentes móveis, como acontece em motores, ajuda a reduzir o número de defeitos. De maneira resumida, pode-se dizer que um biodigestor é uma caixa d'água modificada.

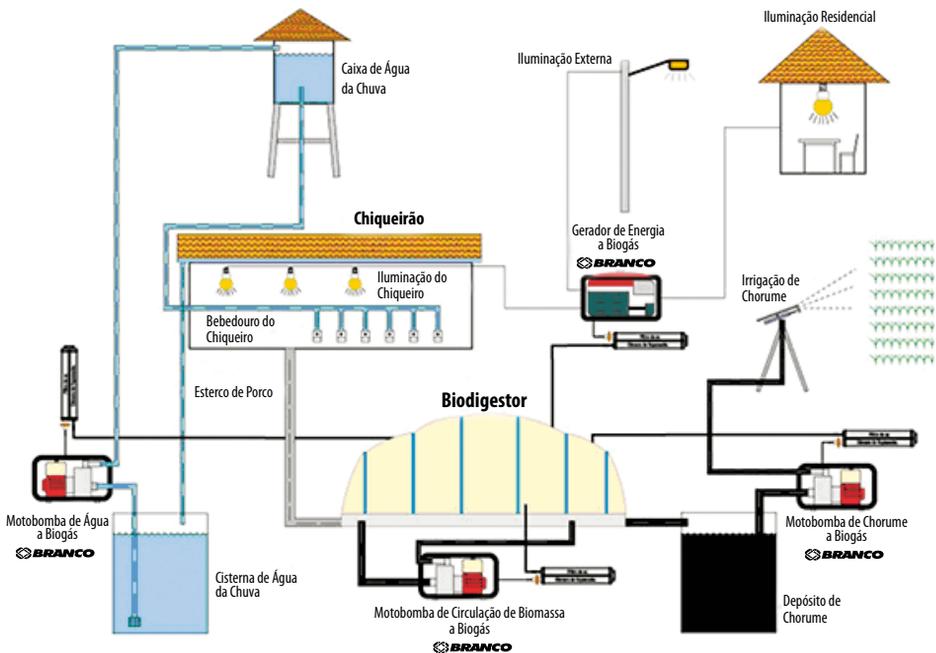
Esta alternativa tem agregado vantagens para o pequeno produtor, como baixo investimento e lucro alto. O uso de biogás para produção de energia permite a não emissão do metano gerado na decomposição natural de grandes quantidades de esterco. Além do biogás, no processo que dura de 30 a 35 dias nos biodigestores, os resíduos podem ser usados como fertilizantes (chorume), sem problema de mau odor, pois este se perde durante o processo. Essa tem sido a melhor forma para o manejo dos dejetos, antes lançados na natureza.

No Brasil, já existem várias fábricas de biodigestor no mercado. A empresa Recolast (Guarulhos/SP) é uma delas. Uma iniciativa pioneira em favor do biogás foi da Companhia Branco Motores, que investiu na produção de geradores e bombas de água de pequeno porte, acionados com a queima do biogás, o que tornou possível ao pequeno produtor gerar a própria energia elétrica e irrigar a plantação com combustível barato, já que a quantidade de biogás que cada motor usa é mínima. Para melhor ilustração, um único porco é capaz de gerar 0,30 m³/dia de biogás. Para acionar um dos motores por 10 horas seriam necessários 67 porcos (20 m³ de biogás).

Atualmente, a empresa conta com quatro mil revendedores e 750 pontos de assistência técnica. É um dos maiores sistemas de serviços pós-venda do país. Fazendas do sul do Brasil estão aderindo à tecnologia de extração do biogás (AGROSOFT, 12.9.2007).

Figura 3.2

Exemplo de Aplicação do Biogás

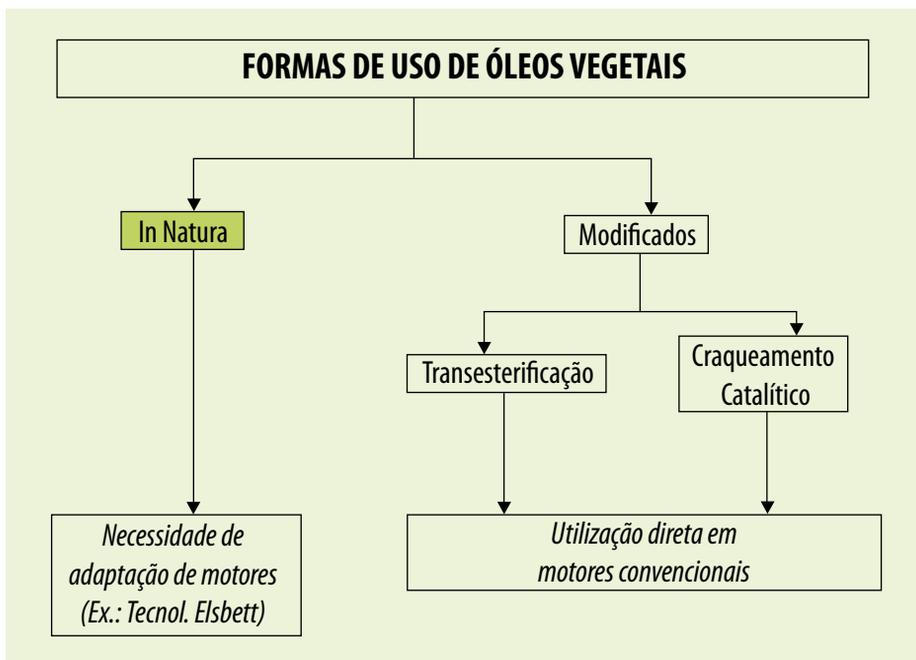


Fonte: Site da empresa Branco Motores.

B. Óleo Vegetal como Matéria-Prima

Figura 3.3

Formas de uso de óleos vegetais



Fonte: Martins, 2005.

1. Queima de óleo *in natura*

A Elsbett surgiu no mercado na década de 80, em plena motivação da implementação de novas fontes energéticas devido à crise do petróleo, com o motor Elko, um motor *multicombustível* ideal para consumo de óleos vegetais *in natura*. Desenvolvido na Alemanha pelo engenheiro Ludwig Elsbett, é, grosso modo, um motor de ciclo diesel semi-adiabático⁴ otimizado para funcionar com quase todos os tipos de combustíveis, sem alterações. Vários acordos foram ensaiados para produção do motor no país, mas não se concretizaram. Mesmo na Europa, o motor *multicombustível* não conseguiu o mercado esperado, e a empresa partiu para produção de *kits* de conversão de motores diesel em motores a óleo vegetal.

⁴ Nos motores convencionais, 32% da energia são jogados fora, em forma de calor, pelo radiador. No Elko, a perda se reduz a 15%. Por isso, ele é chamado semi-adiabático – ou seja, que não perde calor (BARTOLOMAIS et al., 1987; In: <<http://www.fendel.com.br/opfev06.html>>).

Na Alemanha, existem de 12 a 15 sistemas de adaptação de motor. Essa oferta de conversão está disponível no Brasil pela empresa Fendel Tecnologia, que utiliza os *kits* da Elsbett. “O que precisa ser feito é adaptar os motores corretamente e fazer motores a óleo vegetal”, afirma Thomas Fendel, da empresa Fendel S. A. (FUCHS, 2006). A empresa John Deere – maior companhia mundial de tratores – prevê, para 2008, o lançamento no mercado de um motor em série para óleos vegetais (SCHRIMPF. In: FUCHS, 2006).

Fendel possui, para uso próprio, um carro Toyota com motor a diesel, injeção indireta com pré-câmara, taxa de compressão maior, temperatura maior e uma bombinha elétrica para ajudar o filtro, alimentado com 93% de óleo vegetal e 7% de álcool para afinar o combustível e facilitar o filtro. O veículo já circulou mais de 56 mil quilômetros (FUCHS, 2006).

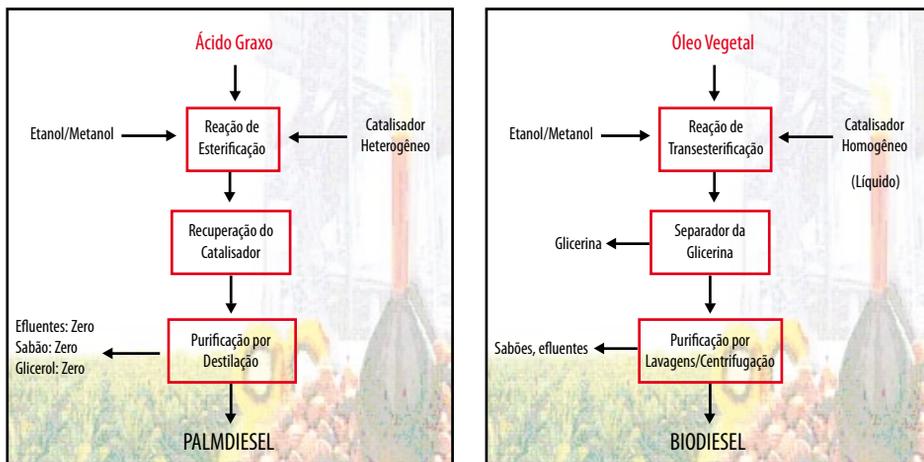
A Cooperativa Ecocitrus – outro exemplo – utiliza há mais de um ano um motor MWN 2.8 com injeção indireta, alimentado com óleo de fritura, por meio de uma linha paralela ao diesel com uma válvula solenóide que faz a troca. O motor é abastecido com um *mini filtro prensa*, fabricado em Porto Alegre (RS), feito de papel, que retém partículas de até 1 micron. Este filtro apresenta uma grande segurança, dado que a água presente no combustível faz encher o papel e tranca a passagem (FUCHS, 2006).

No artigo 10º da Resolução ANP nº 15, de 17.7.2006, “fica proibida a adição ao óleo diesel rodoviário de qualquer óleo vegetal que não se enquadre na definição de biodiesel”. Embora no Anexo V da Portaria nº 4/86 do Denatran conste o óleo vegetal como combustível (Item 8), na prática os Detrans se negam a legalizar os veículos (FENDEL. In: FUCHS, 2006). Segundo Lenhart (FUCHS, 2006), a lei remete a responsabilidade para a ANP que, no Artigo 1º da Resolução ANP nº 19, diz o seguinte: “Fica sujeita à autorização prévia da ANP a utilização de combustíveis não especificados no país (...). O consumo mensal veicular, do combustível não especificado, fica limitado a uma quantidade máxima de 100.000 litros”.

2. Biodiesel

Figura 3.4

Processos de produção de biodiesel: esterificação (esq.) e transesterificação (dir.)



Fonte: Abreu, 2004.

Biodiesel por esterificação

O Palm diesel é o biodiesel produzido a partir do resíduo de destilação (desodorização) do óleo de palma, patenteado mundialmente pela UFRJ com direito exclusivo de utilização da empresa Agropalma. O método de processamento do óleo de palma para a produção do biodiesel trouxe uma grande contribuição ao agregar maior valor aos resíduos do processamento do dendê, em que perto de 95% dos ácidos graxos retirados do óleo de palma no processo de refino físico são aproveitados, por meio da *esterificação*. A usina instalada em Belém (PA), próxima à refinaria do grupo, vai produzir biodiesel suficiente para substituir 100% do diesel convencional, utilizado hoje pela companhia em seus tratores, veículos e implementos do cultivo da palma. O excedente será comercializado.

Ressalta-se que nas unidades de processamento do fruto, há co-geração de energia elétrica extraída das sobras do cacho e dos resíduos do processamento, de forma que não há dependência de energia elétrica externa (MDA, 2005). Além da vantagem do reaproveitamento de um subproduto para produzir biodiesel, o aproveitamento do resíduo resulta em um combustível mais puro (isento de glicerina), agrega valor ao produto da região e incorpora em sua matriz a produção da agricultura familiar no Pará, o que fez com que o MDA concedesse ao Grupo Agropalma o *selo combustível social* em outubro de 2005, por intermédio do Decreto nº 5.297/2004 e da Instrução Normativa nº 1, de 5 de julho de 2005 (MONTEIRO *et al.*, 2006; e *site* da Agropalma, outubro 2007).

Tabela 3.2. Características da unidade de biodiesel da Agropalma

Início de operação: dezembro de 2004
Capacidade instalada: 45.000 t/ano (Dedini)
Produção inicial: 8.000 t/ano
Investimentos: US\$ 1.200.000,00
Matéria-prima: ácido graxo de palma
Empregos diretos/indiretos: 400
Recuperação do catalisador sólido, zero efluentes, *semicontínuo*

Fonte: Abreu, 2004.

Biodiesel por transesterificação

A Petrobras assinou, em outubro de 2006, no Rio Grande do Sul, dois memorandos de entendimentos para projeto de implantação de unidades de produção de biodiesel em cooperativas. O primeiro foi firmado com a Cooperbio (Cooperativa Mista de Produção, Industrialização e Comercialização de Biocombustíveis do Brasil) e o segundo com a Biopampa (Cooperativa de Biocombustíveis da Região do Pampa Gaúcho) e o Frigorífico Mercosul Ltda. As cooperativas são formadas por pequenos e médios agricultores, além de assentados da reforma agrária do Estado. O Frigorífico Mercosul Ltda. tem interesse em participar da sociedade e fornecer sebo animal como matéria-prima para as usinas (PNB, 24.10.2006).

Estava previsto que cada planta produziria 100 mil toneladas por ano de biodiesel. Não obstante, a usina de biodiesel da Cooperbio deverá ter capacidade para uma produção de 50 mil toneladas ao ano, existindo a possibilidade de duplicar o empreendimento em uma segunda etapa, atingindo, assim, os números originais. A oleaginosa mais utilizada no processo será a soja, mas também canola, girassol e mamona serão matérias-primas usadas.

A Petrobras será responsável pelo investimento na usina, aproximadamente R\$ 35 milhões, e a Cooperbio investirá em torno de R\$ 45 milhões na unidade de esmagamento, que terá capacidade nominal de 600 toneladas ao dia de matéria-prima, produzindo entre 120 e 200 mil litros de óleo/dia. Além dessa unidade de esmagamento, a cooperativa pretende implementar mais quatro estruturas menores nos municípios de Frederico Westphalen, Novo Barreiro, Sarandi e Coronel Bicaco, com capacidade nominal de 60 toneladas de matéria-prima/dia (grãos), cada uma, que produzirá entre 10 e 20 mil litros de óleo/dia. Em cada um dos projetos, mais R\$ 3 milhões devem ser empregados.

Na primeira fase, a produção das oleaginosas se dará em 100 mil hectares, envolvendo 63 municípios da região do entorno da usina e aproximadas 12 mil famílias de produtores rurais. A previsão é de que a unidade de biodiesel entre em operação no primeiro semestre de 2009. A iniciativa da Cooperbio está bem mais adiantada do que a da Biopampa, cujo projeto encontra-se estagnado (*Jornal do Comércio*, notícia em 1º.10.2007; e-mail de Marcelo Leal, engenheiro agrônomo da Cooperbio, em 10.10.2007).

O levantamento de dados sobre a agricultura da região foi feito junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A Petrobras buscou em todos estes projetos obter o *selo combustível social*. Além disso, a Companhia articula com o MDA e as secretarias de agricultura estaduais e municipais o desenvolvimento da cadeia produtiva de oleaginosas nas proximidades das usinas (PNB, 24.10.2006).

Iniciativas empresariais

No setor privado, um dos investimentos realizados no cultivo de espécies oleaginosas é o da empresa Biodiesel da Amazônia, criada em março de 2007, para trabalhar com a promoção, compra e beneficiamento de sementes. Com capital inicial de R\$ 1 milhão, a corporação se instalou no município de Itacoatiara (a 170 quilômetros de Manaus em linha reta), visando à inserção do Estado no PNPB (Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel). A empresa já administra um plantio de 50 a 70 mil mudas de pinhão manso (planta comum em todo o país), que fornece uma semente com o rendimento de 30% a 40% de óleo.

Na fase dos testes feitos com as sementes compradas de uma empresa do Maranhão, a empresa Biodiesel da Amazônia verificou que a espécie vegetal frutifica em até seis meses. Com essa resposta, em curto prazo, o sócio da empresa acredita que o biodiesel feito do pinhão manso pode dinamizar a economia dos municípios do Amazonas, podendo ser usado na navegação fluvial e nos veículos que possuem motores pesados, como picapes e utilitários (*Jornal do Comércio*, notícia em 25.3.2007).

Frente à recente atratividade da produção de biocombustíveis, seja econômica – com o surgimento de um novo mercado para as empresas –, seja pela possibilidade de auto-sustentabilidade dos agricultores, estão se constituindo empresas especializadas na construção de equipamentos específicos.

Uma dessas empresas é a Biolatina – *joint venture* entre a *holding* Ecogeo e a suíça Mecan – que fabrica unidades para a produção de biocombustíveis com o uso de óleos vegetais e gordura animal. O foco da empresa é o aproveitamento energético. Ela

desenvolve verdadeiras “ilhas de sustentabilidade”, onde é produzido o biodiesel com aproveitamento da vocação agropecuária de cada região do país. O grupo Ecogeo é formado pelas empresas Geoklock, Biolatina, Biosol e Ecogenesys. A Geoklock colabora no licenciamento ambiental, no detalhamento de projetos de engenharia do sistema e de comercialização de créditos de carbono. A Biosol é responsável pela montagem e operação. As plantas industriais fabricadas pela Biolatina podem produzir de 5 milhões a 100 milhões de litros de biodiesel por ano (*Gazeta Mercantil*, notícia em 29.8.2007).

Outra empresa que fortalece seus negócios com a produção de usinas para o biodiesel é a BiodieselBras, do Grupo Sulinvest, que atua há quase 30 anos na área de energias alternativas. Ela produz em série dois modelos de refinarias modulares com capacidade para 3 mil a 15 mil litros de biodiesel por dia, e com preços que variam de R\$ 49 mil a R\$ 530 mil. “Focamos os pequenos e médios produtores rurais que necessitam do combustível para o uso em seus maquinários”, garante Osni Silveira Neto, um dos sócios da BiodieselBras. As plantas da empresa são equipadas com um sistema de lavagem do biodiesel a seco, tecnologia européia exclusiva no Brasil. O processo não utiliza água e, portanto, não gera efluentes, o que evita gasto com tratamentos residuais e problemas com o meio ambiente (*Gazeta Mercantil*, notícia em 29.8.2007).

Quanto ao uso, a empresa Branco Motores, com representantes nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Maranhão e Tocantins, produz, comercializa e distribui motores movidos a biodiesel.

Tabela 3.3. Alguns fabricantes brasileiros de usinas de biodiesel

Nome da Empresa	Função	Localização
AustenBio Tecnologia	Presta serviços de desenvolvimento de tecnologia em biodiesel e em combustíveis alternativos análogos. Projeta e fornece plantas industriais de produção de biodiesel.	Londrina (PR)
Biodieselbras	Fabrica e instala refinarias modulares, assessorando em todas as fases do processo.	São Paulo (SP)
Biomaq Fábrica de Máquinas Para Biodiesel Ltda.	Fábrica de máquinas para biodiesel.	Cuiabá (MT)

Dedini Inox & Sistemas Biodiesel	Em parceria com a empresa italiana Desmet Ballestra S. P. A., a Dedini lançou com exclusividade, no Brasil, a tecnologia para implantação de usinas de biodiesel com capacidade para 50, 100 ou 200 mil toneladas de biodiesel por ano, utilizando diversas matérias-primas e rotas metilicas e etilicas. A Integração Bioetanol-Biodiesel, desenvolvida pela Dedini, traz uma solução de integração total entre plantas produtoras de biodiesel com usinas de açúcar e álcool. Esta integração acontece no campo e na indústria, tendo como núcleo os recursos humanos, os sistemas e a gestão.	Piracicaba (SP)
Geoklock	É uma empresa que oferece projetos <i>turn key</i> para unidades industriais de biodiesel. Atua também na elaboração de estudos de viabilidade técnico-econômica.	São Paulo (SP), Lauro de Freitas (BA), Porto Alegre (RS), Belo Horizonte (MG)
Intecnial	A parceria Crown Iron Works – empresa americana líder mundial em engenharia de processamento de sementes e óleos vegetais –, com a Intecnial, fornece soluções completas em regime <i>turn key</i> para plantas de biodiesel.	Erechim (RS), Campo Grande (MS)
Jetbio	A empresa passa a deter licença exclusiva para a fabricação de usinas de biodiesel por bateladas com tecnologia desenvolvida no Brasil. A Jetbio, fabricante de usinas para produção de biodiesel, selou parceria com a Petrobio, líder brasileira em tecnologias no setor. Totalmente flexível e com tecnologia 100% nacional, as usinas têm capacidade de produção entre 2.000 e 50.000 litros, e podem utilizar como matéria-prima qualquer tipo de óleo vegetal ou gordura animal.	São Paulo (SP)
LDS	Possui uma linha com mais de 40 itens distintos que abrangem as áreas de processamento de subprodutos animais, extração e tratamento de óleos vegetais, projetos especiais e produção de biocombustíveis. Já fabricou usinas de 5.000 a 50.000 litros/dia e unidades-piloto de 200 a 150.000 litros/dia.	Jaú (SP)
Mamominas		São Tomé das Letras (MG)
Multimetal Engenharia de Estruturas		Várzea Grande (MT)

<p>Petrobio</p>	<p>Projeta e implanta plantas de biodiesel em empreendimentos feitos desde o pequeno agricultor, que quer ficar menos dependente do petróleo e ter uma renda maior com a venda para distribuidoras, até o grande produtor e/ou empreendedor, que deseja se tornar um grande participante no jogo dos combustíveis no Brasil do século XXI. As usinas construídas pela Petrobio Biodiesel não exigem metanol ou etanol de alta pureza. Todas elas trabalham com etanol e/ou metanol anidros comerciais, sendo, assim, verdadeiras usinas de biodiesel <i>flex</i> (ao contrário das exigências de metanol e etanol de alta pureza de outros fabricantes no mercado).</p>	<p>Ribeirão Preto (SP), São Paulo (SP), Brasília (DF), Cuiabá (MT), Campo Grande (MS)</p>
<p>Sermatec Indústria e Montagens</p>		<p>Sertãozinho (SP), Maceió (AL), São Luís (MA)</p>
<p>Tecbio – Tecnologias Bioenergéticas Ltda.</p>	<p>Responsável por desenvolver projetos de processos químicos, a empresa é especializada em tecnologias de produção de biodiesel. Fornece plantas (produtos e serviços) equipadas para produzir biodiesel. As miniusinas de produção de biodiesel são compactas e <i>conteinizadas</i>. Tais sistemas são fabricados em série pela Tecnoforma, uma empresa metalúrgica aliada da Tecbio, pensando, entre outros, na produção de biodiesel em regiões remotas ou por associações de agricultores, em municípios rurais, para consumo na região de influência. Também fornecem plantas industriais de biodiesel de médio e grande porte.</p>	<p>Fortaleza (CE)</p>

Fonte: sites das empresas.

3. Bio-óleo

A Embrapa e a UnB desenvolveram uma rota alternativa à *transesterificação*, para produção de biodiesel, obtendo um produto chamado bio-óleo. A rota tecnológica denominada *craqueamento* (quebra das cadeias de moléculas de carbono) consiste em colocar o óleo vegetal ou a gordura animal em um *craqueador* de aço inoxidável, submetido a altas temperaturas, na presença ou não de catalisadores. Os vapores passam por uma torre de destilação fracionada, com um complexo sistema de fluxo e refluxo, onde ocorre a separação e a recuperação, em diferentes pontos da coluna, do ponto de condensação, de frações destiladas, com características similares às do óleo diesel, da gasolina, do querosene e do gás liquefeito de petróleo.

As principais vantagens da rota de *craqueamento* são a não-produção de glicerol como subproduto, a não-utilização de álcool no processo, o menor custo de investimento fixo inicial e a relativa facilidade de operação, o que torna o processo particularmente adaptável para a produção de um substituto do diesel em pequena e média escala (GAZZONI *et al.*, 2006).

Considerando o processo de *transesterificação* nos pequenos e médios empreendimentos, o custo de refino do glicerol é, proporcionalmente, maior que nas plantas de grande dimensão. A pequena escala e a irregularidade da produção não permitem estabelecer contratos de médio e longo prazo, fixando prazos e quantidades definidas. Assim, o pequeno ou o médio produtor de biodiesel fica refém do mercado *spot*, que pode ficar saturado no médio prazo, inviabilizando pequenos negócios. O mesmo raciocínio pode ser aplicado para a aquisição de álcool anidro. O pequeno ou médio produtor terá dificuldades para estabelecer contratos de longo prazo e garantir seu abastecimento a preços compatíveis. Além do que, o frete para grandes distâncias pode reduzir a competitividade do biodiesel pela rota da transesterificação (GAZZONI *et al.*, 2006).

“Uma planta de escala menor e não industrial é muito importante para a implantação de projetos como o da UnB em outras partes do mundo, especialmente em comunidades menores, isoladas. A usina da universidade também chama a atenção porque mantém relação positiva entre produção de energia e segurança alimentar (por usar rejeitos de matéria orgânica)”, explica José Tubino, o representante no Brasil da ONU (UNB AGÊNCIA, notícia em 17.7.2007).

Os primeiros protótipos estão sendo projetados para atender às necessidades de produtores rurais ou cooperativas de pequenos produtores rurais em regiões afastadas, tornando-os auto-suficientes energeticamente. O equipamento também permite a constituição de micro e pequenas empresas, ou mesmo cooperativas de produtores, dedicadas à produção de biocombustíveis, melhorando as condições de exploração das pequenas e médias propriedades, pela oferta de uma tecnologia de agregação de valor ao produto agrícola (GAZZONI *et al.*, 2006).

O protótipo comercial desse equipamento está sendo desenvolvido em parceria com a empresa Global Energy and Telecommunication (GET), com o apoio da Finep, e testado pela Embrapa com soja, girassol, canola, mamona e dendê. O combustível produzido também será testado em motores estacionários, máquinas, caminhonetes e tratores (GAZZONI *et al.*, 2006). “As estratégias de inserção do *craqueador* no mercado estão sendo estudadas e, somente após a adaptação do protótipo pela indústria, será possível estimar o custo do equipamento”, informou o gerente Peres (EMBRAPA, notícia em 16.4.2007).

C. Produção de Etanol

O coordenador-geral do Programa Luz para Todos no RS, João Ramis, defendeu, durante a VII Jornada do IICA/Fórum DRS, a idéia de que é possível aumentar a produção de alimentos e provocar um *autodesenvolvimento* local e regional da agricultura familiar, tendo, como meio, a produção de biocombustíveis em micro e mini-usinas de álcool e óleo vegetal. Esta afirmação baseia-se nas experiências apresentadas em que a logística de fornecimento da cana é substituída pela venda de álcool que aporta valor agregado ao pequeno agricultor.

No RS, existem basicamente dois tipos de sistemas de produção de etanol: um, por intermédio de uma *microusina* que desencadeia um *autodesenvolvimento* local (caso da Creal); outro, por meio de uma rede de *microusinas* que produz um álcool primário para uma mini-usina retificadora e induz a um *autodesenvolvimento* regional (caso da Coopercana e da Cooperbio).

A Coopercana, localizada em Porto Xavier, é uma cooperativa de auto-gestão constituída de ex-funcionários de uma usina de cana-de-açúcar falida que pretende, dentro de um modelo de *autodesenvolvimento* local e regional, operar uma logística de alimentação de destilação por meio de uma rede de fornecedores de álcool pré-pronto, em vez de operar com a própria cana. Os fornecedores são os próprios associados, que ficarão com os resíduos da fabricação do álcool primário e agregarão aos seus produtos valor de sustentabilidade, de alimentação e de rações e adubos.

A Coopercana planeja produzir 9 milhões de litros de álcool até 2008, aumentando a produção em cinco milhões de litros ao ano. Operando com sua capacidade máxima, a usina utilizaria em torno de 130 mil toneladas de cana-de-açúcar. Há, atualmente, cerca de 100 trabalhadores. Em períodos de safra, no campo, trabalham de 800 a 900 pessoas. Cinco famílias de pequenos agricultores, de 16 de Novembro, associados da Coopercana de Porto Xavier, estão construindo uma *microusina* de álcool de cana-de-açúcar e derivados para estudos de auto-suficiência da comunidade e de fornecimento de álcool para a usina maior da Coopercana em Porto Xavier (RAMIS, 2007).

Figura 3.5

Usina de cana-de-açúcar da Coopercana de Porto Xavier



Fonte: Ramis, 2007.

A Coopercana possuía a única usina de álcool em funcionamento, no RS, até o mês de junho de 2007, quando foi inaugurada a *microusina*, localizada no município de Redentora, ligada à Cooperbio.

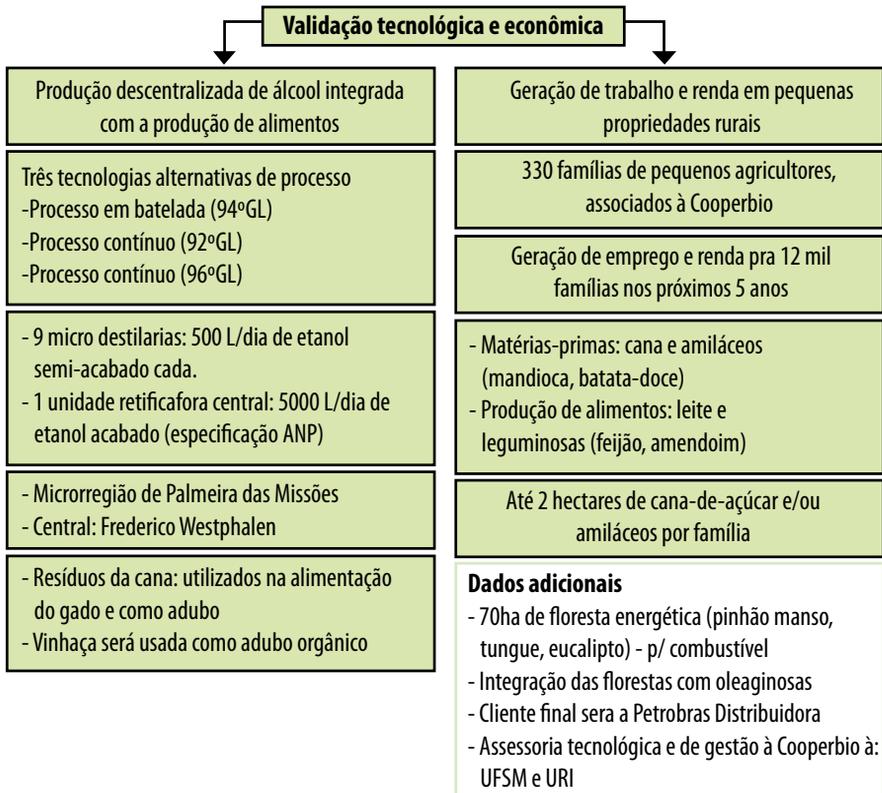
Em outubro de 2006, no RS, foi assinado um contrato entre a Petrobras e a Cooperbio para avaliação de uma cadeia produtiva para produção de etanol pela agricultura familiar. O contrato estabelece a instalação de nove micro-destilarias e uma retificadora central. A unidade instalada no município de Redentora foi inaugurada em maio/2007. Em outubro, iniciaram-se as operações das plantas de Caiçara, Cristal do Sul, Erval Seco, Iraí, Pinheirinho do Vale, Seberí, Taquaruçu do Sul e Vista Alegre. Cada micro-destilaria terá uma capacidade para produzir até 500 litros de etanol semi-acabado diariamente.

O álcool produzido pelas micro-destilarias será refinado na destilaria central para atender às especificações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Essa unidade ficará situada em Frederico Westphalen, podendo alcançar a produção de 5 mil litros por dia. O produto será adquirido prioritariamente pela Petrobras Distribuidora para comercialização no varejo. O projeto da estatal e da Cooperbio prevê a plantação de cana-de-açúcar e de mandioca para a produção de etanol em, no máximo, dois hectares por família. Está estimada uma produtividade agrícola de 70 toneladas de cana por hectare e uma produtividade industrial de 70 litros de álcool por tonelada de cana.

Em relação à mandioca, está prevista uma produtividade agrícola de 19 toneladas por hectare e uma produtividade industrial de 160 litros de etanol por tonelada. Pelo menos 30 mil pequenos e médios agricultores da região Noroeste do estado serão beneficiados. A Cooperbio também possui parcerias com a Embrapa, Emater, Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa (Fundacep), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e Universidade Regional Integrada (URI), além dos convênios firmados com Eletrosul e Petrobras (SCHUCH, 2007).

Figura 3.6

Produção descentralizada de álcool Cooperbio-Petrobras



Fonte: Apresentação de Queiroz, gerente-executivo de Desenvolvimento Energético da Petrobras, 2007.

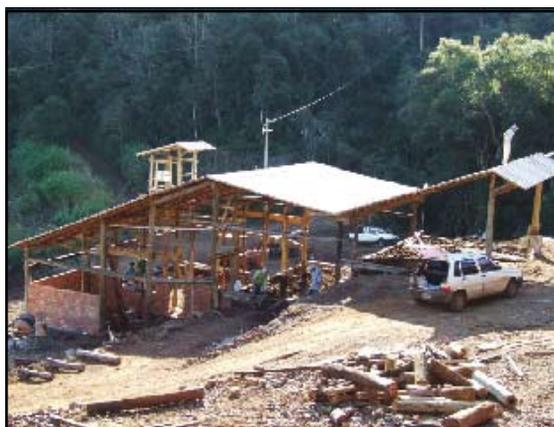
A Crerla (Cooperativa Regional de Eletrificação Rural do Alto Uruguai), com sede em Erechim (RS), está trabalhando com a comunidade de Betânia (município de Sananduva/RS), onde estão localizados 300 pequenos agricultores, partindo da produção de uma *microusina* de álcool, com capacidade inicial para produzir 300 litros/dia de álcool

combustível e cachaça. Junto com a usina, inaugurada no dia 31 agosto de 2006, na localidade Linha Betânia (município de Sananduva), a cooperativa busca também a produção de derivados da cana como açúcar mascavo, melado, rapadura, cachaça, leite condensado com açúcar mascavo, bem como adubo orgânico e alimentação para o gado, com uso da mão-de-obra local. “Primeiro, a cooperativa trouxe a luz, que é um insumo de produção; agora, com a usina, estamos agregando valores à produção e integrando cada vez mais as comunidades, e temos certeza de que outras cooperativas de eletrificação irão desenvolver projetos iguais a este” manifestou João Ramis, grande incentivador e apoiador do trabalho das cooperativas.

De acordo com o agricultor Edílson Carlos Gusso, secretário da Creal, foi o projeto do Programa Luz para Todos que desencadeou toda a discussão da usina de etanol. “Antes do Programa Luz para Todos, não se tinha nem idéia disso. A nossa comunidade é distante de tudo e sempre ficou à margem do processo de desenvolvimento, sendo abandonada pelas consecutivas administrações públicas. Por isso, ela foi escolhida para sediar este projeto”, conta. Conforme Gusso, a comunidade vê com otimismo os benefícios da micro-distilaria. “As pessoas sabem que mais do que apenas produzir etanol, a usina irá contribuir para o desenvolvimento integral e auto-sustentável da comunidade”, avalia (FECOERGS, notícia em 3.9.2007).

Figura 3.7

Construção da micro-usina da Creal, no município de Sananduva (RS)



Fonte: Ramis, 2007.

D. Energia Hídrica

A turbina Indalma é considerada uma alternativa viável, para a implantação de energia em comunidades isoladas (INDALMA, 2007). É uma tecnologia suficientemente testada, possuindo mercado consolidado na região de Santarém (PA). Já foram vendidas cerca de 70 turbinas, incluindo aquelas adquiridas pelo Incra⁵ para atendimento de assentamentos rurais na Superintendência de Santarém.

As turbinas Indalma de baixa potência para aproveitamento hidroelétrico é uma inovação tecnológica das turbinas tipo Michel-Blank e Francis. A inovação, segundo o fabricante (Indalma Indústria & Comércio), reside no desenho das pás e na entrada de água da turbina. As turbinas podem ser aproveitadas em quedas d'água e em barragens – construídas em igarapés – para forçar um desnível de, no mínimo, 4 metros, e uma vazão de 350 litros por segundo por turbina. A eficiência da turbina foi testada e aprovada pelo Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas da Universidade Federal de Itajubá (Cerpch/Unifei-MG) (MME, 2006).

O Projeto nº 2 do Anexo 2 descreve a experiência obtida em uma comunidade da Região Amazônica.

Figura 3.8

Turbina Indalma (esq.) e MCH na comunidade do Açaizal, município de Belterra (PA) (dir.)



Fonte: Indalma, 2007.

⁵ Ministério de Minas e Energia – Relatório técnico sobre o atendimento de comunidades rurais isoladas no Estado do Pará por agentes privados e não-concessionários com *miniredes* e micro central hidrelétrica. Eduardo Barreto, José Lino de Almeida e Vicente Parente. Brasília, dezembro de 2005.

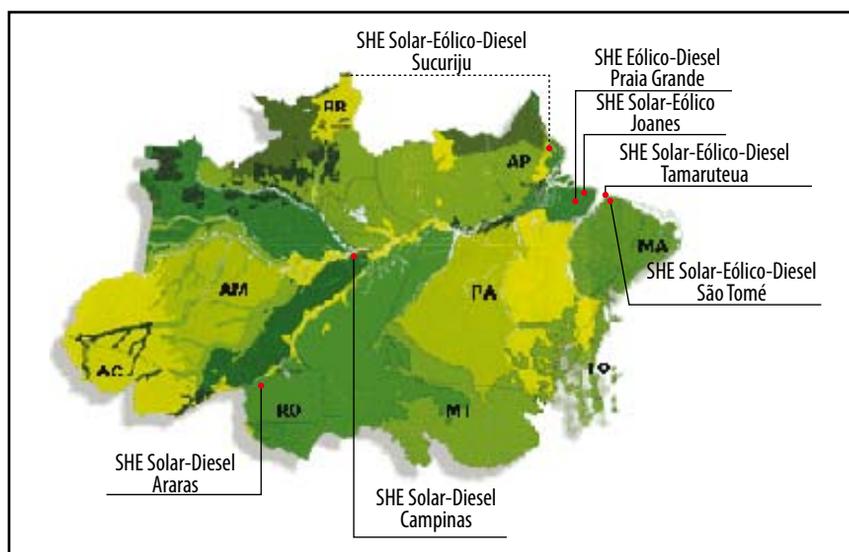
tabela 3.4

E. Sistemas Híbridos de Energia⁶ (SHE)

Atualmente, encontram-se em implantação ou em funcionamento vários projetos de sistemas híbridos de energia na Região Amazônica, analisados no Anexo 2. Em conjunto, estavam previstos, para o ano de 2006, 607,5 kW da capacidade total de geração (considerando a expansão dos SHEs das vilas de Tamaruteua e São Tomé e a capacidade de geração de Sucuriju) (BARBOSA *et al.*, 2005).

Figura 3.9

Distribuição dos SHEs na Região Amazônica



Fonte: Barbosa *et al.*, 2005.

Os componentes de um sistema híbrido já apresentam um alto nível de maturidade tecnológica, encontrando-se diversas opções de produtos confiáveis no mercado. Os componentes de geração como o módulo fotovoltaico, o *aerogerador* e o grupo gerador já estão disponíveis há diversos anos. Já os componentes de controle e condicionamento de potência dos sistemas híbridos tiveram seu desenvolvimento consolidado nos últimos anos (HAUSCHILD, 2006).

Os módulos fotovoltaicos, feitos de silício – poli ou *monocristalino* –, disponíveis no mercado, atualmente, possuem uma eficiência de conversão da energia solar em energia elétrica que varia entre 10% e 13% (HAUSCHILD, 2006). No Brasil existe, desde

⁶ Os SHEs podem ser uma combinação da utilização da energia solar, eólica e diesel; solar e eólica; ou solar e hidrogênio líquido.

1980, uma fábrica de módulos fotovoltaicos (a empresa Heliodinâmica) que – durante os primeiros anos – cresceu expressivamente. Hoje, a fábrica continua a operar, porém, com uma produção bastante reduzida de módulos (CANELAS; CAVALCANTI, 2004. In: HAUSCHILD, 2006).

O número de *aerogeradores* de pequeno porte disponíveis no mercado tem aumentado nos últimos anos. Uma característica importante desses equipamentos, utilizados em aplicações isoladas, como é o caso dos sistemas híbridos para eletrificação rural, é o bom aproveitamento do potencial eólico em baixas velocidades de vento. Os *aerogeradores* que já se encontram disponíveis no mercado têm uma potência nominal máxima relativamente baixa, em torno de 1 kW, o que limita a sua aplicação em sistemas híbridos (HAUSCHILD, 2006). Constata-se, porém, que o nível de desenvolvimento tecnológico ainda é incipiente, fruto, boa parte, de atividades desenvolvidas no meio acadêmico.

Os grupos geradores encontram-se disponíveis em diversas configurações e faixas de potência no mercado brasileiro, apesar de em alguns casos utilizarem motores importados. Esses grupos geradores possuem um sistema de controle próprio, que garante o fornecimento de energia elétrica dentro das condições técnicas padronizadas. Grupos de geradores de grande porte possuem, inclusive, um sistema de sincronismo, tecnologia que poderia ser utilizada também em grupos geradores de pequeno porte e possibilitaria a utilização de novas estratégias de operação em sistemas híbridos.

De acordo com informações fornecidas por um fabricante, isso só não é feito porque o sistema de sincronismo requer um investimento maior e não se mostra economicamente viável para grupos geradores de pequeno porte. Quanto ao combustível utilizado, existem as opções tradicionais (diesel e gasolina) e até modelos desenvolvidos mais recentemente que operam com gás natural e biodiesel (HAUSCHILD, 2006).

Além dos diversos modelos de baterias automotivas já existentes no mercado brasileiro, hoje começam a surgir baterias estacionárias adaptadas para o uso em sistemas autônomos de fornecimento de energia elétrica (HAUSCHILD, 2006).

No que diz respeito ao sistema de controle, verificou-se que é possível utilizar controladores de processos industriais, os quais se encontram disponíveis em diversos modelos por fabricantes nacionais. Esses controladores possuem desde as funções mais básicas até os mais sofisticados sistemas de controle, utilizados em processos onde se requer um alto nível de precisão.

Quanto ao condicionamento de potência, a empresa EquisulGPL disponibiliza conversores CC-CA⁷ de tensão de até 30 kVA e diversos modelos de retificadores. Esses equipamentos podem ser utilizados em uma vasta gama de projetos de sistemas híbridos com acoplamento das fontes no barramento CC (HAUSCHILD, 2006).

Figura 3.10

SHE solar/eólico/diesel para eletrificação da comunidade de Tamaruteua, município de Marapanim (PA)



Fonte: Site do Gedae (outubro de 2007).

⁷ CC: corrente contínua; CA: corrente alternada

REFERÊNCIAS

ABREU C. Palmdiesel: *o processo Agropalma*. Apresentação no *International Workshop on Bioenergy Policies, Technologies and Financing*, 9th LAMNET – Project Workshop, setembro de 2004. Disponível no site <<http://www.bioenergy-lamnet.org/publications/source/bra2/Abreu.pdf>>. Último acesso: 4 de setembro de 2007.

AGROSOFT. *Produção de biogás é solução para o meio ambiente no Sul*. Notícia publicada no dia 12 de setembro de 2007 no site <<http://www.agrosoft.org.br/index.php?q=node/26008>>.

BARBOSA C.; PINHO J.; VALE S. *Sistemas híbridos de energia solar/eólico/diesel para eletrificação de comunidades isoladas da região amazônica brasileira – estado presente e desenvolvimentos futuros*. Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (Gedae), Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Pará, 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Relatório técnico do 2º monitoramento dos projetos*. Novembro, 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. *Relatório Técnico nº 5, 2007*. Cedido em uma entrevista com o Sr. Antonio João da Silva, dia 2 de agosto de 2007.

CASTRO J. C. *Atendimento energético a pequenas comunidades isoladas: barreiras e possibilidades*. T&C Amazônia, Ano III, Nº 6, pág. 30-35, janeiro/2005. Disponível no site <https://portal.fucapi.br/tec/imagens/revistas/ed006_030_035.pdf>. Último acesso: 4 de setembro de 2007.

ECOPRESS. Informações da *Gazeta Mercantil*, dia 18 de setembro de 2007.

EMBRAPA. *Comunidades irão testar equipamento para produção de biodiesel*. Notícia publicada no dia 16 de abril de 2007 no site BiodieselBr.com <<http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/comunidades-equipamento-producao-biodiesel-16-04-07.htm>>.

ESTADO DO ACRE. Notícia publicada no dia 10 de agosto de 2007 no site <http://www.ac.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=2085&Itemid=50>.

FECOERGS. *Inaugurada microdestilaria de álcool da Creral*. Notícia publicada no dia 3 de setembro de 2007 no site <http://www.fecoergs.com.br/noticias_det.php?id=926>.

GAZETA MERCANTIL. *Biodiesel: mercado aquecido para venda de equipamentos*. Notícia publicada no dia 29 de agosto de 2007.

GAZZONI D.; FELICI P. H. *Craqueamento: um processo para atender pequenos consumidores*. Notícia publicada no dia 3 de agosto de 2006 no site BiodieselBr.com <<http://www.biodieselbr.com/colunistas/gazzoni/craqueamento-processo-pequenos-consumidores.htm>>.

HAUSCHILD L. *Avaliação de estratégias de operação de sistemas híbridos fotovoltaicos-eólicos-diesel*. Dissertação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível no site <http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2006/Teses/Dissertacao_Luciano_Hauschild.pdf>.

INDALMA. Apresentação no 2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Pilotos com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME em Brasília, maio de 2007.

JORNAL DO COMÉRCIO. *Cooperbio e Petrobras esperam licença de unidade de biodiesel*. Notícia publicada no dia 1 de outubro de 2007 no site <<http://www.sistemaredes.org.br/oficial/novidades.asp?codConteudo=493>>.

JORNAL DO COMÉRCIO. *Biodiesel é alternativa energética para Estado do Amazonas*. Notícia publicada no dia 25 de março de 2007 no site <<http://www.procasa.com.br/ver.noticia.php?ID=141>>.

MARTINS O. Geração de energia elétrica com motores a diesel ou com motores especiais utilizando biocombustíveis (óleos vegetais). IEE-USP/Cenbio, 2005. Disponível no site <<http://www.cori.unicamp.br/foruns/agro/evento9/osvaldo-Bio.ppt#256,1,Slide1>>.

MONTEIRO K.; SILVA A.; SOUZA C., CONCEIÇÃO E., PALHETA R. *Cultivo do dendê como alternativa de produção para a agricultura familiar e sua inserção na cadeia do biodiesel no Estado do Pará*. MPEG, DFDA-PA/MDA, Banco da Amazônia, UFPA, Fundação Adriano Jorge, 2006.

OTTONIT.; NIEMEYER L.; CAMPOS J.; VASCONCELLOS F.; PERES S.; MUNIZ A. *Estimativa do potencial de cogeração no Brasil*. Eletrobrás, Chesf, Eletronuclear. Trabalho apresentado no XV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, 17 a 22 de setembro de 1999, Foz do Iguaçu, Paraná.

PNB – Pólo Nacional de Biocombustíveis. *Petrobras firma parceria com cooperativas gaúchas para produção de biodiesel*. Notícia publicada no dia 24 de outubro de 2006 no site <<http://www.polobio.esalq.usp.br/noticias-visualizar.php?id=395&PHPSESSID=66f2183e1ec6b263bb48778a71b06e2f>>.

PREFEITURA DE CACOAL. *Biodiesel pode se tornar realidade em Cacoal*. Notícia publicada no dia 29 de novembro de 2006 no site <<http://www.cacoal.ro.gov.br/Noticias/Noticia.php?id=315>>.

QUEIROZ M. *Cenários de expansão da oferta de biodiesel e de implementação do H-BIO*. Petrobras. Disponível no site <http://www.encontrodeenergia.com.br/downloads/Palestras/21Junho/Manha/Sala%203/mozart_schmitt_de_queiroz.pdf>. Último acesso: 4 de setembro de 2007.

RAMIS J. Apresentação para a VII Jornada IICA/Fórum DRS, no dia 19 de junho de 2007.

SCHUCH H. (relator). *Subcomissão da cana-de-açúcar, do álcool e do etanol – Relatório*. Porto Alegre, 3 de agosto 2007. Disponível no site <http://www.al.rs.gov.br/download/Subcana_alcool_etanol/Relcana_alcool.pdf>.

UNB AGÊNCIA. *Biodiesel da UnB interessa à ONU*. Notícia publicada no dia 17 de julho de 2007 no site <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/r1-biodiesel-unb-interessa-onu-17-07-07.htm>>.

4. DISPONIBILIDADE REGIONAL DE MATÉRIAS-PRIMAS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E INICIATIVAS DE GOVERNO E DE EMPRESAS PRIVADAS NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA PARA BIOCOMBUSTÍVEIS

As figuras 4.1 e 4.2 demonstram as áreas de concentração e expansão da produção de cana-de-açúcar, soja, girassol, mamona, dendê, carvão vegetal e lenha (extrativismo e florestas plantadas). Tais áreas estão associadas à produção de agroenergia, segundo o IBGE/PAM (produção agrícola municipal).

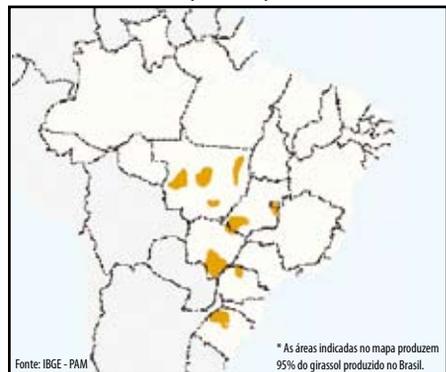
Figura 4.1

Áreas de concentração da produção de cana-de-açúcar, soja, girassol, mamona, dendê, carvão vegetal e lenha

Áreas de Concentração de Produção de Cana-de-Açúcar



Áreas de Concentração de Produção de Girassol



Áreas de Concentração de Produção de Soja



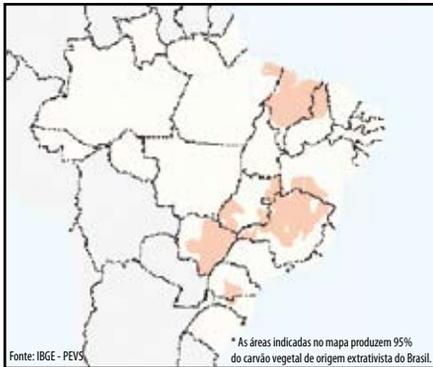
Áreas de Concentração de Produção de Mamona



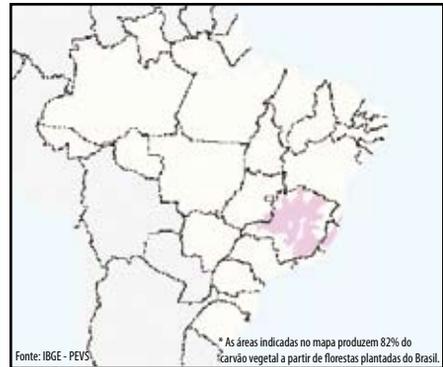
Áreas de Concentração de Produção de Dendê



Áreas de Concentração de Produção de Carvão Vegetal - Extrativismo



Áreas de Concentração de Carvão Vegetal Florestas Plantadas



Áreas de Concentração de Lenha - Extrativismo

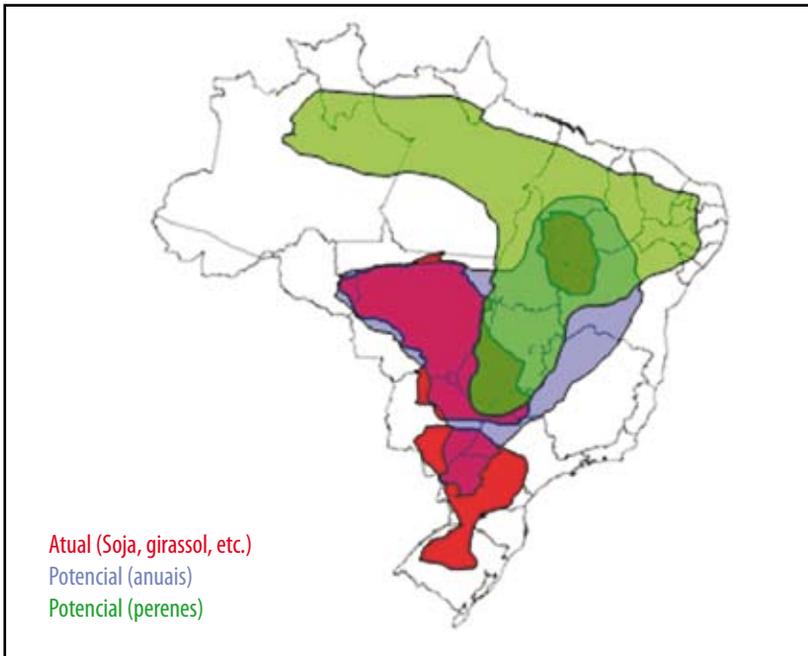


Áreas de Concentração de Lenha - Florestas Plantadas



Figura 4.2

Área de expansão da agricultura de energia



Fonte: <www.mapa.gov.br>.

Região Norte. Abriga a maior parte do território nacional coberta por florestas nativas (bioma amazônico), além de incluir as áreas de Cerrado nos estados de Tocantins, Rondônia, Pará e Roraima. A Amazônia concentra grande variedade de espécies nativas, inclusive, palmáceas, que podem contribuir para a redução da dependência de diesel. Isso se daria pela organização produtiva de comunidades locais em regime de extrativismo simples ou pela exploração *agroflorestal*. A região dispõe de mais de 5 milhões de hectares desmatados com aptidão para cultivo da palma-africana (dendê).

O Pará é o maior produtor de óleo de palma, com cerca de 100 mil toneladas anuais e 50 mil hectares cultivados. Boa parte dessas lavouras ainda não atingiu a maturidade – a palma começa a produzir a partir do quarto ano e atinge a maturidade a partir do sétimo, mantendo elevados níveis de produtividade até o décimo sétimo ano e vida útil de aproximadamente 25 anos. A produtividade ainda é crescente e o potencial agrônômico é de até 40 toneladas de cachos por hectare, com rendimento de 22% em óleo.

Essa região tem elevada dependência de óleo diesel para geradores estacionários e para uso em embarcações fluviais. Possui somente uma empresa registrada para produzir biodiesel, a Agropalma, grande produtora de óleo de palma, que instalou uma unidade de *esterificação* de ácidos graxos residuais obtidos no processo de refino do óleo. Essa planta, com capacidade de produção de 8,1 mil toneladas de biodiesel por ano, utiliza o etanol como reagente. Há, ainda, um projeto de construção de uma nova planta no Estado de Tocantins, com capacidade produtiva de 40 milhões de litros/ano.

É pouco provável que a região consiga atingir a auto-suficiência até 2008, considerando que a capacidade instalada atual atenderia a pouco mais de 10% do volume de biodiesel necessário. Atualmente, o consumo é superior a 3 milhões de toneladas de diesel por ano. Um desafio é a produção descentralizada de biodiesel, pelo *craqueamento*, para abastecimento direto das comunidades isoladas, que produziriam a matéria-prima e efetuariam a transformação.

Há grandes perspectivas – no longo prazo – para o uso do óleo de palma ou dendê como matéria-prima para atender a demanda regional e até nacional de biodiesel. No entanto, ainda há problemas tecnológicos quanto ao uso dos óleos de palma como matéria-prima. Além disso, essa é uma planta de ciclo longo, e os resultados econômicos e a pesquisa necessitam de mais tempo para maturação.

Região Nordeste. É responsável pelo consumo de 15% do diesel do país. É pioneira nas iniciativas em relação ao biodiesel, com as usinas já instaladas da (empresa) Nutec, em Fortaleza, e da (empresa) Brasil Biodiesel, em Teresina, ambas

experimentais, com capacidade diária de 800 e 2 mil litros, respectivamente, além de projetos de produção comercial, com destaque para a usina da Brasil Biodiesel, no Município de Floriano, Piauí.

Em virtude da conotação social conferida, desde o início, ao Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, seu foco no Nordeste tem sido a produção de mamona. Cultivo plenamente adaptável ao semi-árido, é cultura alternativa para a agricultura familiar, razão pela qual foi escolhida como o carro-chefe na fase inicial do programa em sua vertente social.

Espera-se que o biodiesel seja importante instrumento de geração de renda no campo. No semi-árido, por exemplo, a renda anual líquida familiar, com base no cultivo de cinco hectares com mamona, com produção média entre 700 e 1,2 mil quilos por hectare, pode variar entre R\$ 2,5 mil e R\$ 3,5 mil. Além disso, a área pode ser consorciada com feijão e milho. Na safra 2004/05, 84 mil hectares seriam cultivados por 33 mil agricultores familiares com oleaginosas para a produção de biodiesel, dos quais 59 mil hectares localizados no Nordeste, cultivados por 29 mil dessas famílias.

A usina da Brasil Biodiesel, em fase final de instalação, terá a capacidade de processamento de 90 mil litros por dia. É um projeto ousado, especialmente pela falta de matéria-prima nas suas proximidades. A empresa instalou assentamento modelo no Município de Canto do Buriti, que fica a aproximadamente 225 km da unidade industrial. Poderá produzir até 14 mil toneladas de mamona/ano, equivalentes a 25% da demanda da unidade industrial. O restante deverá ser adquirido de agricultores familiares da própria região. A cotação internacional do óleo de mamona oscila em torno de US\$ 1.000,00/t, em virtude dos múltiplos usos do óleo de mamona na indústria química. Para torná-lo compatível com a produção de biodiesel, deverá haver substancial incremento na produtividade da cultura e na oferta do produto, para reduzir seu preço ao patamar dos demais óleos.

Em 2005, a Petrobras iniciou a instalação de uma usina no Município de Guamaré, no Rio Grande do Norte, com tecnologia desenvolvida pelo seu centro de pesquisas, onde se fará a primeira experiência em escala comercial de produção do biodiesel de mamona utilizando o etanol como reagente. Estima-se uma capacidade diária de 2 mil litros, o que satisfará a mistura dos 2% no Estado e em municípios dos estados vizinhos, atendidos pela mesma base de distribuição da Petrobras.

Além das plantas já instaladas, existem vários projetos de expansão e construção de novas unidades de processamento de biodiesel que ampliarão a capacidade produtiva da região para cerca de 248,3 milhões de litros até o final de 2007, segundo estimativas do Ministério de Minas e Energia. Esse volume é suficiente para atender à demanda regional por B2.

A mamona consolidou-se como importante alternativa da região central da Bahia, hoje com mais de 150 mil hectares cultivados e produção superior a 100 mil toneladas de baga, mais de 90% da produção nacional. Lavouras implantadas com a tecnologia recomendada pela Embrapa alcançam até 3 t/ha.

A Embrapa já mapeou, por zoneamento agrícola, mais de 600 mil hectares aptos ao cultivo da mamona, que pode ser alternativa para mais de 100 mil famílias de agricultores. Tão importante quanto à aptidão agrônômica é a obediência a práticas de manejo, especialmente do plantio em consórcio com o objetivo de reduzir o risco, diversificar as oportunidades e obter o máximo de fontes alimentares da própria lavoura.

Apesar dos registros de grande expansão na área cultivada com mamona – que se estima chegar a mais de 600 mil hectares até 2007 –, ainda são incipientes as pesquisas de novas variedades e de tecnologias de manejo, sobretudo, colheitadeiras. Embora a mamona possa ser vetor de inclusão social no semi-árido, se os produtores daquela região não estiverem preparados para enfrentar a competição, eles poderão não suportar a concorrência da produção nas novas áreas que contarem com pacote tecnológico intensivo em capital.

O Maranhão, situado na região de transição entre o semi-árido, o Cerrado e a Amazônia, tem grande potencial para cultivos perenes, notadamente babaçu, planta nativa da região que se estima ocupar área superior a 18 milhões de hectares do Estado. Embora o óleo de babaçu seja de excelente qualidade, sofre algumas restrições, entre as quais o custo de extração: além de o óleo representar somente 4% a 5% do fruto (o qual é envolto por casca muito dura), trata-se de uma produção baseada no extrativismo, ou seja, com baixo padrão de organização.

Região Centro-Sul. Tem na soja o potencial para oferecer todo o óleo necessário para atender até mesmo à mistura dos 5% ao diesel fóssil. Sofre algumas restrições econômicas relativas ao custo da matéria-prima para a fabricação do biodiesel. Daí, a preocupação dos produtores com a competitividade do biodiesel do óleo da soja, visto que os benefícios fiscais previstos serão menores ou até inexistentes na região. Por esses motivos, várias empresas continuam cautelosas ou receosas em relação à produção do biodiesel para o mercado interno.

Cumprir destacar que o Governo tem rediscutido a questão tributária, com o intuito de conceder incentivos ao biodiesel em geral, independentemente da região produtora, do tipo de empresa e da matéria-prima empregada, restringindo o tratamento diferenciado apenas à agricultura familiar e às Regiões Norte e Nordeste e ao semi-árido.

Estima-se que a capacidade de produção de biodiesel no Centro-Sul chegue, até o final do ano de 2007, a 835,2 milhões de litros anuais. Atualmente, a região conta somente com uma planta em operação, no Estado de Minas Gerais, cuja capacidade produtiva é de 12 milhões de litros por ano. Entretanto, o volume produzido na região deverá expandir-se, no curto prazo, para algo em torno de 125 milhões de litros anuais, visto que já existem 13 unidades construídas, mas ainda em regularização. Há também projetos de construção de novas plantas e de ampliação das unidades existentes, que totalizarão 698,2 milhões de litros até o final de 2007, segundo o Ministério de Minas e Energia.

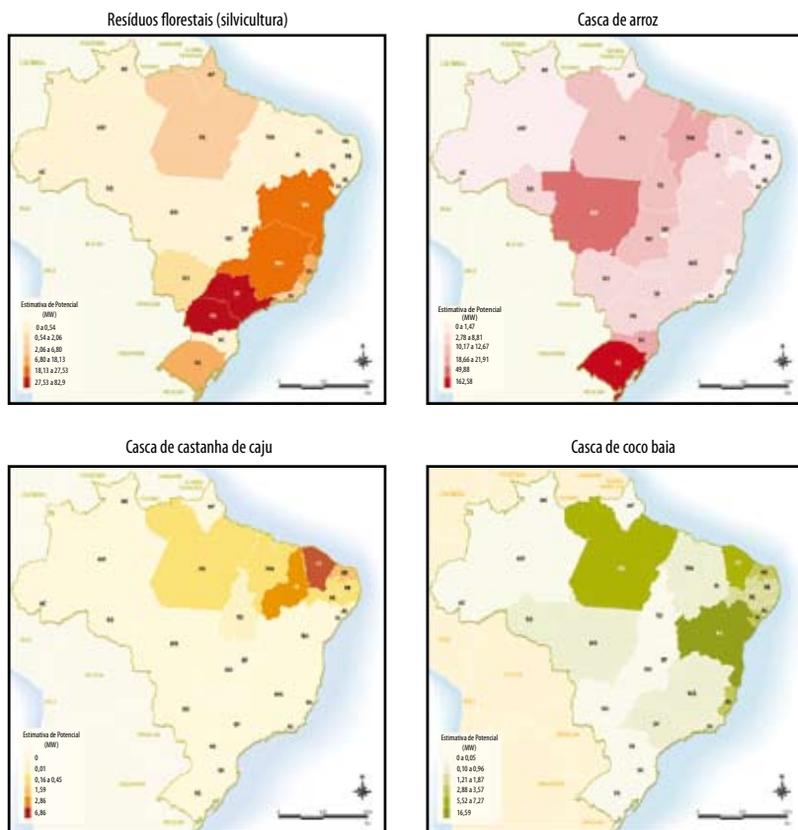
A região também apresenta grande potencial para a produção de biodiesel, com base em outros cultivos como o amendoim, o girassol e a própria mamona, cujas experiências em Mato Grosso e as pesquisas do Instituto Agrônomo de Campinas vêm apresentando resultados satisfatórios, especialmente com as chamadas “variedades anãs” que, além da alta produtividade de campo (até 4 toneladas de baga por hectare), podem ser colhidas mecanicamente.

Os estados do Centro-Oeste dispõem de grande extensão de terras agricultáveis ainda livres, com boa topografia e ótima regularidade climática. Significa que, se o biodiesel consolidar-se como novo negócio para a agricultura brasileira, o Centro-Sul, que já concentra quase 80% do consumo nacional de combustíveis, tem plenas condições de expandir sua base produtiva de maneira acelerada, como ocorreu com o álcool combustível.

Nas figuras a seguir, estão apresentados os potenciais de geração de energia elétrica a partir de resíduos vegetais, casca de arroz, casca de castanha de caju, casca de coco-da-baía e óleo de palma, conforme dados da Aneel.

Figura 4.3

Potencial de geração de energia elétrica



Fonte: Cenbio. Panorama do potencial de biomassa no Brasil. Dupligráfica. Brasília, 2003 (http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/biomassa/5_2.htm).

Produção de oleaginosas na Região Amazônica

Na Amazônia, várias oleaginosas têm sido utilizadas para a produção de óleo vegetal: babaçu, cacau, castanha-do-brasil, castanha-de-cutia, castanha-de-galinha, curupira, mamona, cupuaçu, soja, amendoim e girassol. A tabela a seguir destaca informações sobre oleaginosas adaptadas à Região Amazônica.

Tabela 4.1. Sementes oleaginosas adaptadas à Região Amazônica

Espécie/nome científico	Produtividade	Rendimento/óleo
Andiroba (<i>Carapa guianensis</i>)	180 a 200 kg/amêndoa/ano	50% da semente
Copaíba	(Copaifera multijuga)	30 a 230 ml Extração da madeira
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	2.235 a 2.677	45 a 50%
Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.)	500 a 4.000 kg/ha	47%
Gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.)	50.000 a 150.000 plantas/ha	49%
Castanha-de-cutia (<i>Couepia edulis</i> Prance)	200 kg de frutos nas árvores adultas	Até 73% de óleo
Castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	200 a 400 frutos/árvore	63 a 69% de óleo
Tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i>)	50 kg/ano	17 a 75%
Pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>)	25 t/ha/ano de frutos frescos	62% de óleo no mesocarpo seco
Piquiá (<i>Caryoca villosum</i>)	300 a 500 frutos/ano a 1.000 a 1.500 frutos, com seleção genética e adubação	62% polpa seca
Caiaué/dendê (<i>Elaeis oleifera</i>)	35 t/cachos/hectare	35%
Açaí do Pará (<i>Euterpe oleracea</i>)	15 t/ha	8% a 10% por cozimento da polpa
Seringueira (<i>Hevea brasiliensis</i>)	150 kg/ha/árvore	43% de óleo da semente
Jatobá (<i>Hymenaea courbaril</i>)	Encontrado disperso na natureza	1 kg de polpa fresca produz 32,05g de óleo esverdeado
Patauí (<i>Jessenia bataua</i>)	1,5/ha/ano	18% por cozimento da polpa
Buriti (<i>Mauritia vinifera</i>)	10 a 20 t/ha	31%
Bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i>)	1 a 3 cachos/planta/ano – aproximadamente 20 kg de frutos	5 a 8% (inteiro) – 1% amêndoas
Babaçu (<i>Orbignya barbosiana</i>)	50 a 200 kg/pé	66%
Umari (<i>Poraqueiba sericea</i>)	70 a 200 kg/planta	40 a 50%
Cacau (<i>Theobroma caçãõ</i>)	4000 kg/ha	46%
Cupuaçu (<i>Theobrama grandiflorum</i>)	7000 frutos/ha/ano	48% por cozimento da polpa
Cumarú (<i>Dipterix odorata</i>)		30% de óleo amarelo claro e perfumado
Murumuru (<i>Astrocaryum murumuru</i>)		44%
Soja (<i>Glycine max</i> L. Merril)		18%
Urucurí (<i>Scheelea martiana</i>)	3 a 6 cachos ao ano com peso entre 20 a 25 kg cada um	66%

Fonte: Moret, 2004.

Resultaram de um esforço conjunto firmado entre várias instituições locais sete *microusinas* para extração de óleo de diversas espécies amazônicas que foram instaladas e se encontram em operação no Estado do Amazonas. As instituições envolvidas desenvolvem pesquisas e fornecem suporte técnico às comunidades. A tabela seguinte mostra a capacidade de produção de cada *microusina*. No conjunto, a produção cresce aproximadamente 25% ao ano, segundo o *site* Óleos Amazônicos (<http://www.oleosamazonicos.com>).

Tabela 4.2. Produção de óleos vegetais (em toneladas) das microusinas do Estado do Amazonas

Usinas (óleo de)	Andiroba	Murumuru	Urucuri	Castanha-do-Brasil	Ucuúba	Babaçu	Buriti
Roque (Carauari)	30	40	10	-	5	-	-
C. Sardinha (Lábrea)	20	5	10	10	-	20	-
B. Esperança (Alvarães)	2	-	-	-	-	-	-
Amaturá	20	5	10	10	-	-	-
Abonari (P. Figueiredo)	-	-	-	-	-	-	1,5
Manicoré	20	5	10	10	-	-	-
Santa Rosa (Tabatinga)	2	-	5	-	-	20	-
TOTAL	94	45	45	30	5	40	1,5

Fonte: <<http://www.oleosamazonicos.com>>

Tabela 4.3. Resultados disponibilizados pelo fabricante da MPE-40 (Mini Prensa Ecirtec para 40 kg/h)

Tipo de semente	Girassol	Amendoim	Mamona	Gergelim	Castanha-do-pará
Teor de óleo da semente (%)	41	39 (a)	48	50	65
Pré-tratamento da semente	Nenhum	60-70 °C (0,5 L água / 10 kg semente)	Aquecimento a 70 °C (1 L água / 70 kg semente)	Aquecimento a 70 °C (0,5 L água / 10 kg semente)	Aquecimento a 60 °C (1 L água / 20 kg semente)
Kg de óleo bruto por 100 kg semente	33	28	40	38	58
Kg de torta por 100 kg semente	64	65	50	60	40

Kg de resíduo por 100 kg semente (b)	10	5	11	7	16
Método de separação do resíduo	Filtração	Filtração	Filtração	Filtração	Filtração
Kg de óleo filtrado decantado por 100 kg semente	23	23	29	31	42
Eficiência de extração (%) (c)	56	59	60	62	65
Perdas (kg) (d)	3	7	10	2	2

Fonte: Ecirtec (2004). In: Moret, 2004.

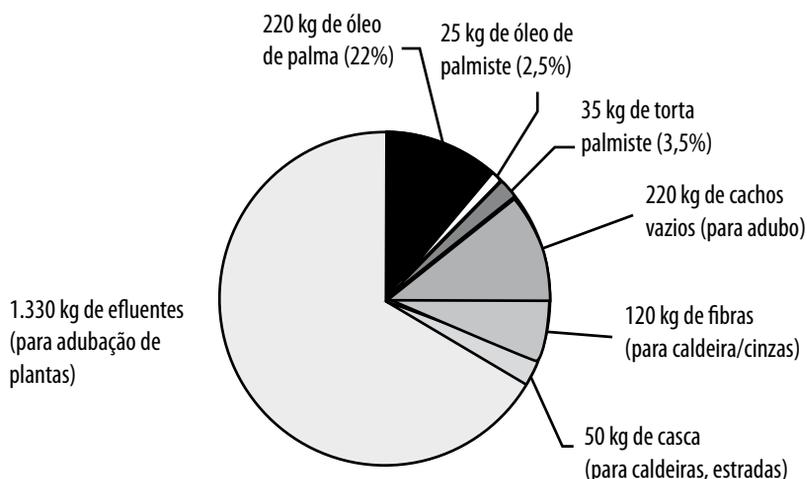
Obs.: Os resultados foram obtidos pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), Campinas/SP, com a MPE-40. As perdas indicadas não consideraram a repressagem do produto (neste caso, as perdas são menores).

Para o professor da Universidade Federal do Amazonas, José de Castro Correia, o processo de produção de óleos vegetais é fácil e pode ser implementado nas comunidades ribeirinhas amazônicas. “Eles são capazes de assimilar a operação e a manutenção desses equipamentos. Nós apenas temos que ter a preocupação de levar equipamentos robustos e de fácil operação e manutenção” (*A Voz do Brasil*, notícia em 30.10.2006).

Porém, “sabe-se que há produções dispersas de óleos vegetais em comunidades isoladas (extrativismo), mas trata-se geralmente de atividade secundária e esporádica, com produção reduzida” (Projeto Ribeirinhas, *site* da Eletrobrás, outubro 2007). “Para se ter uma idéia, o livro do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) que indica as oleaginosas e oleíferas destinadas à pesquisa do biocombustível já tem 25 anos. Neste livro são apresentados todo o desenho, a fenologia, as possibilidades de melhoramento e as potencialidades econômicas para a produção de biocombustível”, explicou a Secretária de Ciência e Tecnologia, Marilene Corrêa. Dentre outras espécies de oleaginosas e oleíferas existentes em abundância na Amazônia, o dendê se configura como a espécie mais qualificada e propícia para a produção de combustível gerado por energia renovável (SECT, notícia em 15.1.2007).

Figura 4.4

Subprodutos de uma tonelada de cachos de dendê (1 hectare de dendê produz 20 toneladas de cachos)



Fonte: Agropalma, 2007. In: Apresentação na VIII Jornada IICA/Fórum DRS sobre Bioenergia e Agricultura Familiar. Dia 31 de julho de 2007, em Brasília.

Na prática, as barreiras a vencer na produção de biodiesel com base nas oleaginosas nativas identificadas pelo projeto “Produção Sustentável de Biodiesel a partir de Oleaginosas da Amazônia em Comunidades Isoladas da Reserva Extrativista do Médio Juruá” são as seguintes: distribuição dispersa de sementes (alto custo de coleta); carência de dados sobre o potencial de produção de óleo; desconhecimento *agroflorestal* das oleaginosas nativas; carência de tecnologias adaptadas à região; não-atendimento energético das comunidades isoladas (99,2%); desconhecimento do mercado potencial de óleos vegetais (com vistas a se utilizar a mesma estrutura para produção de diversos óleos para outros usos); aproveitamento dos subprodutos da cadeia produtiva do biodiesel (resíduos lenhosos, torta resultante da extração dos óleos, glicerina) (Apresentação na IX Jornada do IICA/Fórum DRS, dia 29 de agosto de 2007).

O projeto de “*apoio à formação de arranjos produtivos locais de biodiesel no Centro-Sul do Brasil*” é uma parceria entre a Plural Cooperativa e o Ministério do Desenvolvimento Agrário, por intermédio da Secretaria de Agricultura Familiar, e está integrado às diretrizes do Programa Nacional de Biodiesel. O projeto pretende formar arranjos produtivos locais pela constituição de grupos de trabalho (gestor), formados por representantes de indústrias, organizações de agricultores familiares

e organizações de apoio à produção, financiamento e comercialização de matéria-prima para o biodiesel.

As áreas de abrangência dos grupos de trabalho (gestor) compreendem oito estados da federação – Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul – e formam oito pólos de produção de biodiesel.

Os grupos de trabalho são compostos por um número aproximado de quinze representantes de indústrias, sociedade civil e órgãos governamentais, envolvidos diretamente na organização dos arranjos produtivos e reconhecidos pelo compromisso concreto com os projetos locais de produção de biodiesel. Os grupos são organizados de tal forma que os próprios têm capacidade de coordenação e gestão dos arranjos produtivos.

Os arranjos produtivos entre a empresa e os agricultores culminam na celebração de um contrato. Dos contratos entre as empresas e os agricultores familiares constam obrigações entre ambas as partes, como se percebe no exemplo a seguir:

- *a empresa paga pela mamona (preço fixo de R\$ 0,59/kg) e se compromete em doar a semente, fornecer a trilhadeira e o transporte até o armazém. É também responsável pela Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) e pela capacitação;*
- *quanto ao girassol, a empresa garante o preço fixo de R\$ 0,50/kg, o adiantamento da semente e de insumos, além da Ater e da capacitação;*
- *a canola tem o preço de R\$ 30,00/saca mais bônus de R\$ 1,00;*
- *por fim, a soja sai pelo preço de mercado + bônus de R\$ 1,00/saca.*

Com base nos dados fornecidos pelo MDA, no ano de 2007, existem:

- 16 empreendimentos com selo;
- 63.481 agricultores familiares contratados;
- 206.342 hectares de área total contratada;
- expectativa de contratação até a safra 2007/8: 210.000 agricultores familiares em área superior a 600.000 hectares.

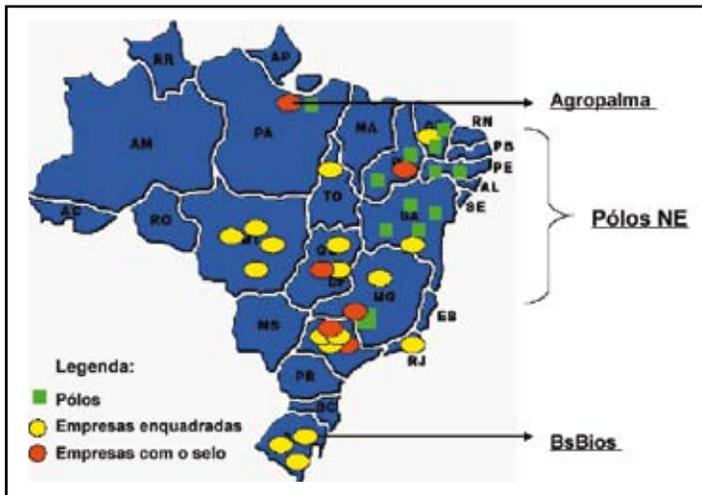
Tabela 4.4. Empresas com selo combustível social – Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)

Unidades Industriais	Município	UF
Granol	Anápolis	GO
Granol	Campinas	SP
Soyminas	Cássia	MG
Biocapital	Charqueada	SP
Fertibom	Catanduva	SP
Cia Refinadora da Amazônia	Belém	PA
Brasil Ecodiesel	Crateús	CE
Brasil Ecodiesel	Floriano	PI
Brasil Ecodiesel	Iraquara	BA
Comanche	Simões Filho	BA
Barra Álcool	Barra do Bugre	MT
Ponte di Ferro	Taubaté	SP
Oleoplan	Veranópolis	RS
Caramuru	São Simão	GO
Binatural	Formosa	GO
Brasil Ecodiesel	Porto Nacional	TO
Ponte di Ferro	Rio de Janeiro	RJ
BSBios	Passo Fundo	RS
Brasil Ecodiesel	Rosário do Sul	RS
Agrosoja	Sorriso	MT
Fiagril	Lucas do Rio Verde	MT
ADM do Brasil Ltda.	Rondonópolis	MT
Bertin Ltda.	Lins	SP
Granol	Cachoeira do Sul	RS
Bioverde Indústria e Comércio de Biocombustíveis Ltda.	Taubaté	SP
CLV Indústria e Comércio de Biodiesel Ltda.	Colider	MT
Brasil Ecodiesel	Itaqui	MA

Fonte: site do MDA/SAF (novembro, 2007).

Figura 4.5

Empresas com selo combustível social – Programa
Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)



REFERÊNCIAS

A VOZ DO BRASIL. *Oleaginosas podem gerar emprego e renda para comunidades da Região Amazônica*. Notícia veiculada no dia 30 de outubro de 2006 no site <<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2006/10/30/materia.2006-10-30.8674011801/view>>.

BRASIL. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia (SECT). *Sect realiza reunião do Programa Biodiesel Amazonas*. Notícia publicada no site <<http://www.sect.am.gov.br/noticia.php?xcod=3017>>. Acesso em 9 de outubro de 2007.

MORET, A. *Biodiesel e óleos vegetais como alternativa na geração de energia elétrica: o exemplo de Rondônia*. In: **Dossiê energia positiva para o Brasil**: Projeto Energia Positiva para o Brasil. Greenpeace, 2004.

5. TECNOLOGIAS EM DESENVOLVIMENTO

A. Contextualização: a Região Amazônica

As comunidades isoladas da Região Amazônica

A Região Amazônica, apesar de compreender mais de 50% do território brasileiro, possui problemas quase sempre dissociados da realidade do Centro-Sul do país (CASTRO *et al.*, 2006). Ainda que existam importantes peculiaridades locais, comunidades isoladas da Amazônia se assemelham a várias comunidades rurais dos países em desenvolvimento na África e na Ásia, com relação ao nível de pobreza (renda *per capita* anual inferior a US\$ 300), à baixa educação formal (< 5 anos), à eventual utilização de madeira como fonte de energia e ao extrativismo e monocultura como base de sua economia (RODRIGUES *et al.*, 2006).

As famílias que compõem as comunidades na Amazônia vivem de atividades econômicas baseadas em extrativismo, agricultura, pecuária ou pesca. Essas atividades são desenvolvidas de forma individualizada, ou seja, cada família cuida de sua produção e de sua comercialização sem que haja a interferência ou participação de outra. Essa forma de agir não proporciona a essas famílias poder de negociação. Em outras palavras, não conseguem preço justo para seus produtos, seja pela pequena quantidade produzida, seja pela dificuldade de transporte para centros consumidores, o que os obriga a ficarem à mercê de atravessadores que impõem seus preços, pois são os únicos compradores disponíveis naquele mercado.

Como consequência, a renda familiar é muito baixa e qualquer acréscimo de obrigação pecuniária, como é o caso da conta de luz, pode se tornar difícil de honrar (CASTRO *et al.*, 2006. In: RODRIGUES *et al.*, 2006).

As experiências de programas de eletrificação rural, implementadas pelo Governo na Região Amazônica – Prodeem e Luz para Todos –, têm mostrado que os consumidores possuem dificuldades em assumir o ônus desse benefício, gerando um alto índice de inadimplência e de interrupção de fornecimento. Esse índice no Estado do Amazonas, atualmente, é da ordem de 60% (BACELLAR *et al.*, 2006). O que se pode concluir é que qualquer ação na direção da universalização do abastecimento de energia elétrica deve ser acompanhada de geração de renda, mormente em comunidades isoladas, muito comuns na Amazônia, sob pena de criar um problema para o “caboclo” em vez de gerar soluções.

É preciso que energia elétrica seja um vetor de desenvolvimento e gerador de riqueza, não somente mais uma conta para pagar ao final do mês. Dessa forma, vislumbra-se como possibilidade de mudar esse paradigma o desenvolvimento da cadeia produtiva, a partir da identificação de produtos comuns a essas famílias.

O suprimento de energia elétrica no interior

No Estado do Amazonas, das cerca de 4.600 comunidades isoladas, apenas trinta e duas (aproximadamente 0,7%) são abastecidas de energia elétrica por meio da concessionária responsável pela eletrificação dos municípios do interior e áreas rurais, que é a Centrais Energéticas do Amazonas (Ceam) (CASTRO, 2005).

O modelo adotado, apenas para as sedes municipais, é a geração térmica usando óleo diesel, uma vez que a extensão das linhas de transmissão de energia elétrica, na maioria dos casos, é logística e economicamente inviável, devido às grandes distâncias. Existem cerca de 3 mil grupos geradores de energia de pequena potência (de 12,5 a 66 kW) distribuídos pelas comunidades. A quase totalidade é cedida pelas prefeituras e pelo Governo do Estado, com os custos da instalação (incluindo rede de distribuição), operação e manutenção dos grupos geradores rateados pelas pessoas que pertencem a essas comunidades. A maioria, no entanto, encontra-se parada em função, principalmente, da carência de recursos financeiros por parte dos ribeirinhos para garantir a manutenção e o abastecimento de combustível.

Não bastasse a situação descrita, a operação desses motores é bastante ineficiente, pois são motores antigos e sem manutenção, além de trabalharem em carga parcial, o que acarreta custos de geração muito elevados – os mais elevados de todo o sistema elétrico nacional, fato incompatível com a renda familiar muito baixa da região (SILVA *et al.*, 2001. In: RODRIGUES *et al.*, 2006; CASTRO, 2005). Em algumas localidades, a Ceam se responsabiliza pelo fretamento fluvial para transporte de combustível e lubrificante. Contudo, o suprimento, na maioria das localidades, é deficiente, com altíssimos índices de indisponibilidade de geração, implicando racionamentos freqüentes e baixa confiabilidade nos serviços prestados (MARTINS FILHO, 2006. In: RODRIGUES *et al.*, 2006).

A Ceam possui uma capacidade instalada capaz de suprir o dobro de sua demanda total, mas apresenta uma disponibilidade efetiva que não lhe confere reserva operativa adequada, levando a empresa a alugar unidades geradoras e até mesmo a racionar parte da carga (MARTINS FILHO, 2006. In: RODRIGUES *et al.*, 2006). Em suma, a Ceam não se encontra capitalizada para garantir investimentos em geração no interior, e uma alternativa deve ser considerada para o atendimento das comunidades isoladas.

A inviabilidade atual em se levar o desenvolvimento energético ao interior do Estado impõe a essas populações severas limitações à sua sustentabilidade econômica e ao seu desenvolvimento social (ROCHA *et al.*, 2002. In: CASTRO *et al.*, 2006). A disponibilidade de energia elétrica é, hoje, condição prévia para a implementação de qualquer melhoria de educação, saneamento e saúde; pré-requisitos para melhorar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), criado pela Organização das Nações Unidas (CASTRO *et al.*, 2006).

Na Amazônia, o suprimento de eletricidade, independente da concessionária, já ocorre em algumas comunidades isoladas. Este suprimento, limitado (poucas horas), caro e ineficiente, é resultado de uma mobilização de pessoas que rateiam os custos de combustível e manutenção e, muitas vezes, instalam a própria rede. São custos não subsidiados pela conta de consumo de combustível (CCC), pois somente as concessionárias poderiam fazer o repasse. Isso demonstra o quanto essas pessoas anseiam por eletricidade e pela coesão social. Além disso, é observado que essas pessoas se engajam em atividades comunitárias de processamento de insumos, como a produção de farinha (RODRIGUES *et al.*, 2006).

Fontes alternativas de energia

A partir da criação do Proinfa, em 2002 (Lei nº 10.438/2002, alterada pela Lei nº 10.762/2003), o Estado passou a ser responsável pela eletrificação das comunidades excluídas do sistema de energia elétrica. Segundo a lei, as concessionárias de cada região são obrigadas a atender aos consumidores dessas comunidades, e o ônus fica para o Estado. Além disso, o artigo 15 da Lei nº 10.438/2002 introduz a possibilidade de a universalização ser realizada mediante o uso de fontes alternativas de energia, como a eólica, a biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (ROSA, 2003. In: ELS, 2005; ROSÁRIO *et al.*, 2005):

Art. 15. Visando a universalização do serviço público de energia elétrica, a Aneel poderá promover licitações para outorga de permissões de serviço público de energia elétrica, em áreas já concedidas, cujos contratos não contenham cláusula de exclusividade.

(...)

§ 3º. A permissionária será contratada para prestar serviço público de energia elétrica utilizando-se da forma convencional de distribuição, podendo, simultaneamente, também prestar o serviço mediante *“associação ou contratação com agentes detentores de tecnologia ou titulares de autorização para fontes solar, eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas”*.

No contexto amazônico, os investimentos em alternativas energéticas com recursos naturais renováveis locais – viáveis e sustentáveis em termos técnicos, econômicos, ambientais e sociais – são os modelos mais recomendados para disponibilizar energia elétrica nas comunidades isoladas do interior, segundo Castro *et al.* (2006). Entre as várias alternativas energéticas, hoje estudadas e disponíveis para utilização, em curto prazo, no interior do Estado do Amazonas, estão: a hidrocínética; a queima de biomassa; a queima direta de óleos fornecidos por espécies oleaginosas amazônicas; a produção de biodiesel, fazendo uso dos mesmos óleos; a gaseificação; a produção de etanol; a energia solar e os sistemas híbridos (solar/eólico/diesel, solar/eólico, solar/hidrogênio líquido).

B. Rotas tecnológicas de produção de energia estudadas na Região Amazônica

As rotas tecnológicas utilizadas nos projetos-piloto, implementados no bioma Amazônia e descritos no Anexo 2, pretendem utilizar as fontes de energia primárias existentes na região, a saber: a biomassa, o sol, o vento, a água e o beneficiamento de espécies vegetais (o óleo das sementes oleaginosas, por exemplo). Entre todas as opções, nenhuma tecnologia se apresenta como sendo a ideal para o conjunto da região. Cada uma responde a uma série de condições sócio-ambientais específicas do lugar onde se encontra cada comunidade isolada e as suas necessidades.

Tabela 5.1. Dimensões típicas de algumas tecnologias para comunidades isoladas

Tecnologia	Potencia elétrica (kW)
Solar	0,1 – 10 kW
Eólica	1 – 100 kW
Hidrocínética	0,5 – 5 kW
Micro hidrelétrica	10 – 100 kW
Micro-térmica	50 – 200 kW
Motor	10 – 100 kW

Fonte: <www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=10760&download>.

À continuação, serão avaliadas as rotas tecnológicas em separado, de modo a ter uma visão das vantagens e desvantagens de cada uma delas e poder determinar a sua *replicabilidade* ao longo do bioma amazônico.

O MME analisou as rotas tecnológicas utilizadas nos projetos monitorados entre março de 2006 e janeiro de 2007 (ver descrição no Anexo 2), em função de quatro atributos considerados essenciais para o atendimento das comunidades isoladas da Região Amazônica: simplicidade, confiabilidade, robustez e baixo custo de operação e manutenção da tecnologia. Além disso, têm-se as possibilidades de produção em série e a necessidade de um lugar específico para a sua implantação. Comparando os resultados, pode-se inferir que a MCH, composta pela turbina Indalma (ver ponto D do Capítulo 2), pode ser uma alternativa viável para a implantação de energia em comunidades isoladas (Tabela 5.2).

Tabela 5.2. Análise das tecnologias utilizadas nos projetos monitorados pelo MME

Atributos da tecnologia	TH	MCH	Solar/Eólico/Diesel	Caldeira – turbina a vapor	Biodiesel (Ufam)	Solar/H2 líquido	Solar/Eólico
Simplicidade	S	S	N	N	N	N	N
Confiabilidade	S	S	S	S	N	N	S
Robustez	S	S	N	S	S	N	N
Baixo custo (O&M)	S	S	N	S	N	N	N
Produção em série	N	S	S	S	S	S	S
Sítio específico	S++++	S	S++	S+	S+	S++	S++

Obs.: TH: turbina hidrocinética; MCH: micro central hidroelétrica; Ufam: Universidade Federal do Amazonas; (+) nível de dificuldade de existência do sítio; O&M: operação e manutenção.

Fonte: Relatório técnico de monitoramento do MME, março de 2007.

Turbina hidrocinética (TH) / Micro centrais hidroelétricas (MCH)

Uma central hidroelétrica (ou micro central hidroelétrica – MCH) é uma central geradora de energia elétrica. Essa central utiliza um conjunto de turbina hidráulica-gerador. Entre os muitos desenvolvimentos recentes, destaca-se a turbina hidráulica para uso direto da energia cinética dos rios. Tais máquinas são denominadas turbinas hidrocinéticas (TH) e operam mergulhadas no rio e ancoradas ao fundo (PELLEGRINI *et al.*, 2005). O impacto ambiental delas é quase nulo, dado que não necessitam barragens e não interrompem a navegação ou a passagem da fauna aquática (ROSÁRIO *et al.*, 2005).

Em decorrência do monitoramento realizado do projeto “Energia renovável para a reserva extrativista do Vale do Rio Maracá/AP” (nº 1 do Anexo 2), o MME (2007) considera que a TH apresenta os seguintes fatores limitantes para atendimento no âmbito do Programa Luz para Todos:

i) sítio propício – esse ponto está ligado à relação *dimensão/potência* do equipamento: quanto maior a potência, maior é o tamanho do equipamento, o que é limitado pelo tipo de aproveitamento (o sítio precisa atender aos requisitos de profundidade e correnteza do projeto);

ii) custo da ligação por consumidor – tem a ver com a relação *preço/potência* do equipamento e a concorrência com a MCH. O benefício só pode ser maior que o de um aproveitamento hidrelétrico (da MCH), se a potência obtida por este for desnecessária. Essa avaliação deve ser feita juntamente com uma análise de impacto ambiental, ou seja, para escolher a melhor tecnologia, o projeto deve equacionar pelo menos três variáveis: o tamanho do aproveitamento, a demanda potencial e o impacto ambiental;

iii) capacidade de produção do fabricante – não existe linha de produção que possa atender com relativa rapidez a encomendas. A produção modular e terceirizada pode facilitar, no futuro, a criação de uma indústria distribuída pelo país, com capacidade para dar respostas mais rápidas.

Figura 5.1

Montagem da turbina em Caraná, Rio Maracá



Fonte: Relatório técnico do MME, novembro de 2006.

Segundo os pesquisadores da Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (Finatec) e da UnB, a TH é uma solução ideal para comunidades isoladas, situadas às margens de rios, pois pode fornecer energia elétrica para suprir as necessidades básicas de uma comunidade. Assim, a turbina pode abastecer postos de saúde, escolas, espaços comunitários e casas na comunidade.

O fornecimento de eletricidade é realizado em 110 ou 220 volts, em corrente alternada, podendo alimentar diretamente eletrodomésticos comuns sem o uso de equipamentos especiais. Com uma velocidade acima de 1,5 m/s (5,4 km/h), e uma profundidade mínima de 1 metro, a TH pode fornecer 400 kWh por mês. Em melhores condições, pode-se atingir uma produção de energia da ordem de 3000 kWh por mês, equivalente ao consumo médio de 4 apartamentos de 3 quartos, em um bairro de classe média (*site da Finatec*, outubro 2007).

Figura 5.2

Turbinas Indalma (esq.) e caixa de captação e conduto da MCH na Comunidade de São Jorge (dir.)



Fonte: *Site da Indalma*.

Porém, a turbina hidráulica Indalma, integrante da MCH, foi considerada a alternativa mais viável, segundo comprovação do próprio MME, para a implantação de energia em comunidades isoladas, uma vez que possui os atributos essenciais exigidos para qualquer tecnologia que se preste a atender comunidades isoladas na Amazônia (Projeto nº 2 do Anexo 2): simplicidade; confiabilidade; robustez e baixo custo. Ademais, não tem os inconvenientes apresentados pela turbina hidrocinética, quais sejam: criação de linha de montagem; custo do kW e exigência de um sítio muito particular. Devido à simplicidade e à facilidade de operação, por se tratar de um equipamento auto-regulado, dispensa igualmente o uso de aparelhos eletrônicos e reguladores de tensão e de vazão (Indalma, 2007; MME, 2006).

Solar

O aquecimento de água e a geração fotovoltaica são os processos mais comuns de energia solar. No entanto, os inúmeros projetos desenvolvidos em comunidades rurais e/ou isoladas do Brasil podem ser divididos basicamente em três categorias: a) bombeamento de água para abastecimento doméstico, irrigação e piscicultura; b) iluminação pública; e c) sistemas energéticos coletivos – eletrificação de escolas, postos de saúde e telefônicos e centros comunitários (ROSÁRIO *et al.*, 2005).

O sistema fotovoltaico autônomo, ao contrário do sistema termossolar, efetua diretamente a transformação da energia solar em elétrica. Esse sistema de produção de energia elétrica compreende um único módulo (ou um agrupamento de módulos), o painel fotovoltaico e outros componentes que transformam ou armazenam a energia elétrica para que possa ser utilizada facilmente pelo usuário (SERPA, 2001). Segundo Serpa, a geração fotovoltaica é adequada para a alimentação de pequenas cargas, nos casos em que a extensão da rede for economicamente inviável.

O MME (2006, 2007) também salienta que o silício amorfo de filme fino apresenta algumas vantagens em relação à tecnologia de silício *poli ou monocristalino*, como custo, resistência e maleabilidade. A robustez que a tecnologia oferece permite reduzir a manutenção necessária. Isoladamente, essa tecnologia atende então aos já citados requisitos essenciais de uma comunidade isolada da Região Amazônica: *simplicidade, confiabilidade, robustez e baixo custo*.

Como limitação, podemos destacar o preço das placas de sílica que encarecem o painel de energia solar. Também as nuvens e a escuridão reduzem o armazenamento de energia e comprometem sua eficiência (ROSÁRIO *et al.*, 2005). Além disso, o crescimento acentuado da carga em função do crescimento do número de consumidores compromete a sua sustentabilidade, tendo em vista a dificuldade de expansão do sistema solar e da tarifa aplicada aos consumidores (BARBOSA *et al.*, 2005; CARTAXO *et al.*, 2001).

Figura 5.3

Sistema energético para bombeamento de água



Fonte: Relatório técnico do MME, dezembro de 2006.

Existem problemas ambientais relacionados à fabricação dos módulos fotovoltaicos, devido ao uso de materiais poluidores. Entretanto, a utilização de técnicas modernas pode reduzir o uso desses materiais e resíduos, promovendo a reciclagem durante o processo de fabricação. Quanto à deposição dos equipamentos, esgotada sua vida útil, cuidados são necessários para que os metais pesados presentes nesses componentes não venham a poluir o meio ambiente (REIS; SILVEIRA, 2000. In: SERPA, 2001). As mesmas orientações de proteção ambiental devem ser observadas com relação às baterias eletroquímicas. A reciclagem das placas de chumbo já é uma prática corrente em certas aplicações da tecnologia, mas necessitam de maior incentivo e divulgação (SERPA, 2001).

Segundo Serpa, a tecnologia fotovoltaica é a opção tecnológica que melhor responde às necessidades de energia elétrica em comunidades isoladas, onde a extensão da rede convencional é restrita. E o é pelos aspectos legais (como áreas de conservação ambiental), pelos aspectos geográficos e populacionais (como áreas inacessíveis e população rarefeita) e pelos aspectos econômicos (em comunidades com famílias de baixa renda e consumo mínimo).

Eólica

A energia eólica é utilizada há milhares de anos no bombeamento de água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica. É impulsionada pela força dos ventos que fazem girar as turbinas. No Brasil, o maior potencial está nas regiões litorâneas. Os impactos são sonoros e visuais: o ruído dos rotores varia de acordo com as especificações dos equipamentos e os impactos visuais decorrem do agrupamento de torres e *aerogeradores*.

Figura 5.4

Torres eólicas na Comunidade de Tamarateua (PA)



Fonte: Gedae, 2007. (2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME).

Destacam-se ainda as interferências eletromagnéticas que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados. Segundo Rosário *et al.* (2005), é relativamente caro para ser adquirido por comunidades isoladas.

Sistemas híbridos de energia (SHE)⁸

Os sistemas híbridos de energia (*hybrid power systems*) são sistemas autônomos de geração elétrica que combinam fontes de energia renovável e/ou geradores convencionais. O objetivo deles é produzir o máximo de energia possível das fontes renováveis (sol e vento), mantidas a qualidade da energia e a confiabilidade especificada para cada projeto (Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial – CBEE, 2007).

A CBEE (2007) considera que esses sistemas são adequados para atender às necessidades energéticas de locais isolados, devido ao alto custo da eletrificação de lugares com baixa demanda e de difícil acesso.

Conforme o projeto “Revitalização do SHE Fotovoltaico/Eólico/Diesel da Comunidade de Tamaruteua, Município de Marapanim/PA” (nº 7 do Anexo 2), a tecnologia híbrida não apresenta os atributos requeridos pelo MME para a Região Amazônica. A *robustez* do sistema fica prejudicada pela quantidade de equipamentos, tanto de captação da energia primária, quanto de armazenamento e inversão de corrente, e, ainda, pela existência do grupo gerador *diesel*. A *simplicidade* está restrita ao gerenciamento eletrônico, e não ocorrerá quando houver algum problema com um dos equipamentos de geração e/ou com o equipamento de controle. Conseqüentemente, não há *baixo* custo na operação e manutenção do equipamento, tanto por não haver robustez e simplicidade, quanto por exigir periodicamente troca do equipamento de armazenamento de energia. Por último, a confiabilidade só existe com um excelente mecanismo de gestão.

A complexidade operacional do sistema não permite a retirada ou ausência de uma instituição com competência técnica para fazer a gestão do mesmo; ou seja, essa é uma solução típica para profissionais do setor elétrico: a própria concessionária exerce as atividades do sistema ou um produtor independente de energia com autorização para operá-lo (MME, 2006 e 2007).

Apesar disso, a CBEE (2007) assinala que sistemas híbridos de energia podem representar uma solução mais econômica para muitas aplicações e também proporcionar uma fonte mais segura de eletricidade, devido à combinação de

⁸ Solar/eólico/diesel ou solar/eólico ou solar/hidrogênio líquido.

diversas fontes de energia. Além do mais, o uso de energia renovável reduz a poluição ambiental causada pela queima de óleo diesel, transporte e armazenamento.

Essas conclusões podem ser aplicadas ao projeto “Gestão Energética para o Desenvolvimento Sustentável – Centro de Pesquisas Canguçu” (nº 13 do Anexo 2), em que a tecnologia de “sistemas fotovoltaicos com célula combustível” é bastante complexa e cara (MME, 2006 e 2007).

Por último, a dependência do funcionamento do sistema da Prefeitura Municipal, ausentes sol e vento (escassos na mesma época do ano), revela a *insustentabilidade* do projeto (MME, 2006 e 2007).

Combustão de biomassa

A combustão de biomassa pretende estar embasada no aproveitamento da principal fonte de energia primária abundantemente disponível na região: resíduos de madeira de serraria e de oleaginosas.

A proposta tecnológica – queima de biomassa em caldeira e/ou turbina a vapor – do projeto “Implantação de uma unidade de geração de energia elétrica a partir da queima de biomassa acoplada a uma usina de extração de óleo vegetal, fábrica de gelo e câmara frigorífica numa comunidade isolada na Ilha do Marajó” (nº 3 do Anexo 2) não apresenta todos os atributos essenciais (*simplicidade, confiabilidade, robustez e baixo custo*) exigidos para atender a comunidades isoladas na Amazônia.

Em primeiro lugar, há que se destacar o custo elevado do investimento, assim como o custo de operação e de manutenção também maior, quando comparado com a MCH e a hidrocíntrica. *Confiabilidade e robustez* podem ser atributos do sistema; contudo, ainda não existem informações consolidadas sobre seu comportamento no contexto de uma comunidade isolada, ainda mais, sendo gerido por ela. Quanto à simplicidade, não se pode conferir esse atributo a um sistema térmico, de grandes dimensões, alimentado por biomassa, e que conta com três partes: caldeira, turbina e gerador. Ademais, exige condições específicas para a sua implantação, não só a presença de resíduos de biomassa, resultado de manejo florestal ou agrícola, mas também reais possibilidades de agregar valor à produção existente (MME, 2006 e 2007).

Os motores Stirling (Projeto nº 21 do Anexo 2), conhecidos também como motores de combustão externa, utilizam qualquer fonte de altas temperaturas para gerar calor, incluído o sol. Acoplados a uma fornalha, o uso de geradores de indução⁹ representa uma boa opção para a geração de eletricidade a baixas potências, devido ao seu baixo custo de aquisição e de manutenção em relação aos geradores síncronos¹⁰. Porém,

para que os geradores de indução possam operar em regiões isoladas, um sistema de controle deve ser implementado para que se tenha tensão e frequência constantes (WILKE *et al.*).

Gaseificação

Por intermédio da queima direta, a biomassa pode ser aproveitada como um combustível sólido para conversão energética, a técnica mais utilizada. No entanto, outras formas de aproveitamento da biomassa, por meio de gaseificação e pirólise, permitem melhor manuseio e queima do combustível (DEMIRBAS, 2001. In: MOURAD *et al.*, 2004).

Em todos os processos de gaseificação, as substâncias orgânicas são transformadas, pela sua oxidação parcial a temperaturas elevadas, em um gás combustível de baixo poder calorífico (4 a 6 MJ/m³), utilizado na geração de energia em: motores de combustão interna (ciclo Otto); caldeiras geradoras de vapor para turbinas (ciclo Rankine); e turbinas a gás em sistemas de geração BIG/GT – *Biomass Integrated Gasifier/Gas Turbine* (ciclo Brayton); ou, ainda, em ciclos combinados Brayton/Rankine (USHIMA, 2003. In: COELHO *et al.*, 2005; MOURAD *et al.*, 2004).

Os resíduos de várias culturas poderiam ser convertidos em eletricidade por meio da instalação de pequenos sistemas de gaseificação/grupo gerador (máximo de 600 kW), com os quais se pode gerar em média 1 kWh de eletricidade para cada 3 kg de resíduo de biomassa (SOUZA *et al.*, 2002. In: MOURAD *et al.*, 2004).

Biodiesel

Os óleos vegetais para a geração de eletricidade podem substituir o diesel em motores ciclo diesel de forma total ou parcial, após a sua transformação pelo processo de craqueamento (Projeto nº 26 do Anexo 2) ou de *transesterificação* (projetos de nos 4 e 5).

O público-alvo do **craqueamento** são as comunidades isoladas da Amazônia, com dificuldades de acesso à energia e aos combustíveis, e as comunidades de

9 Os geradores de indução são máquinas que transformam energia mecânica (energia cinética de rotação de um eixo) em energia elétrica. A energia de uma queda de água (centrais hidroelétricas) ou do vapor de água sob pressão (gerado nas centrais térmicas e nucleares) serve para rodar o eixo do gerador (<http://netfis.ist.utl.pt/~fleic2/teoricas/aula11/aula11.html>).

10 O gerador síncrono é capaz de converter energia mecânica em elétrica quando operada como gerador; e energia elétrica em mecânica quando operada como motor. Geradores síncronos são utilizados em todas as usinas hidroelétricas e termelétricas. O nome síncrono se deve ao fato de esta máquina operar com uma velocidade de rotação constante sincronizada com a frequência da tensão elétrica alternada aplicada nos terminais da mesma (http://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_s%C3%ADncrona).

trabalhadores da agricultura familiar. A sua aplicação corresponde à produção independente de combustível, de forma auto-sustentável, para uso em máquinas agrícolas ou em motores diesel para a geração de energia (BOM DIA BRASIL *et al.*, notícia em 19.4.2007).

Com relação ao projeto “Produção Sustentável de Biodiesel a partir de Oleaginosas da Amazônia em Comunidades Isoladas da Reserva Extrativista do Médio Juruá” (nº 4 do Anexo 2), o monitoramento feito pelo MME concluiu que a produção de biodiesel não é simples, nem os resultados do processo de reação são inteiramente confiáveis, pois são muitas as variáveis envolvidas, o que dificulta a elaboração de procedimentos padronizados no processo industrial. Dessa forma, é muito difícil imaginar a operação dessa usina por pessoas sem a qualificação necessária. Com relação à *robustez*, são muitas unidades de processamento, com muitas funções, às vezes até simultâneas, e a sua manutenção, incluindo o comportamento do grupo gerador diesel ao receber biodiesel, não pode ser qualificada como de baixo custo (MME, 2007).

O relatório também adverte que a concepção do projeto é muito positiva, não só pela internalização da renda anteriormente destinada à compra de óleo diesel, como também pela utilização de energia renovável na produção de um bem estreitamente associado ao conceito de sustentabilidade e meio ambiente. Nesse sentido, o projeto poderá agregar valor ambiental à produção de óleo vegetal (MME, 2006 e 2007).

Uso de óleo vegetal em motores diesel convencionais

Em alguns estados brasileiros, principalmente na Região Amazônica, verifica-se também a importância de várias plantas para a produção de óleo vegetal, que pode ser queimado em caldeiras e motores de combustão interna para a geração de energia elétrica e atendimento de comunidades isoladas do sistema elétrico. Entre essas plantas, destaca-se o dendê, com produtividade média anual de 4 toneladas de óleo por hectare (dez vezes maior que a da soja, por exemplo) e a maior disponibilidade tecnológica para o uso do óleo. Outras culturas de grande potencial são: o buriti, o babaçu e a andiroba, todos fartamente encontrados naquela região (FREITAS; DI LASCIO; ROSA, 1996).

A utilização de óleos vegetais in natura em diesel-geradores convencionais é possível, conforme mostram certas experiências realizadas na França e na Alemanha. No entanto, exigem-se providências tecnológicas específicas, sob pena de inviabilizar a longevidade do motor e de onerar os custos de manutenção (COELHO *et al.*, 2005).

O Cenbio está desenvolvendo um *kit* de conversão para usar com óleo de dendê (Projeto nº 16 do Anexo 2). Os custos de operação e de manutenção estimados são mais altos do que o custo de operação do grupo gerador com óleo diesel. No

entanto, continua sendo viável a utilização do óleo de dendê nos locais em que a população possa produzir seu próprio combustível e que o óleo diesel chega com um alto custo, devido ao transporte. O custo de transporte de óleo diesel até essas comunidades chega a duplicar o seu preço de venda, em relação aos grandes centros, enquanto o custo de produção do óleo de dendê situa-se em menos da metade do preço do óleo diesel. O baixo custo de implantação, em relação a alternativas outras, pode ainda compensar o custo de manutenção que bem pode ser reduzido com a implementação de um sistema conveniente de limpeza do óleo (*site* do Cenbio, setembro de 2007; COELHO *et al.*, 2005).

No âmbito da produção de óleos vegetais por agricultores familiares, ressalta-se uma parceria entre o Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar) e a Rede Evangélica Paranaense de Assistência Social (Repas) que permitiu inaugurar no Paraná, em 2006, uma *miniusina*, chamada BioBrasil, para extração e comercialização de óleo vegetal e demais produtos, a partir do fornecimento de matéria-prima proveniente de uma cooperativa de pequenos agricultores.

Estima-se que uma mini-usina de 50 kg de grãos por hora extraia aproximadamente 7,5 litros de óleo de soja; 20 litros de óleo de girassol ou amendoim; ou 25 litros de óleo de mamona. Para esse equipamento, a cooperativa precisaria plantar áreas que somam um total de 70 a 100 hectares. No sistema de secagem com microondas, a temperatura baixa permite não perder a qualidade do óleo, o que lhe agrega um maior valor. Numa segunda etapa, pode-se dar um tratamento adequado ao farelo ou à torta para não prejudicar a alimentação humana ou animal. Ademais, o sistema de microondas consome menos energia que um processo convencional de aquecimento térmico por meio de resistências elétricas. Atualmente, a usina está em fase de aperfeiçoamento. Estima-se que o custo de uma usina que possa processar 120 a 150 kg de grãos por hora pode chegar a R\$ 150.000,00 (FUCHS, 2006).

C. Sistemas de Gestão

“Algumas experiências de eletrificação rural realizadas no país deixaram evidente que o acesso à energia elétrica, embora fundamental, não é condição suficiente para promover o desenvolvimento¹¹ econômico e social das populações atendidas. Ficou claro que a estratégia governamental de fazer chegar a energia elétrica deveria se orientar por uma ação que articulasse as várias políticas públicas com a melhor preparação das comunidades, permitindo a otimização do seu uso e contribuindo para o desenvolvimento

11 O desenvolvimento local sustentável pretendido pelo LpT baseia-se no fato de os territórios disporem de recursos (econômicos, humanos, institucionais, ambientais e culturais) que podem ser melhor utilizados com a chegada da energia elétrica para potencializar processos e dinâmicas locais de desenvolvimento e para garantir sua sustentabilidade.

econômico e social das áreas beneficiadas. A universalização do acesso à eletricidade deveria contribuir para a inserção social e produtiva daqueles segmentos da sociedade tradicionalmente excluídos do desenvolvimento nacional, alinhando-se ao compromisso do Governo Brasileiro de reduzir a pobreza e a fome” (Plano de Ações Integradas do Programa Luz para Todos – LpT).

A lição extraída do documento *“Energia como Vetor do Desenvolvimento – Plano de Ações Integradas do Programa Luz para Todos”* mostra que “a estratégia de ações integradas precisa investir no desenvolvimento de soluções que tornem as comunidades capazes de gerir os processos locais de desenvolvimento, especialmente aquelas atendidas por sistemas descentralizados de geração e distribuição de energia elétrica”. Salienta-se que “a estratégia de ações integradas precisa dispor de recursos para apoiar as atividades sociais e produtivas que dão suporte ao desenvolvimento das comunidades atendidas, não apostando apenas nos seus recursos endógenos”.

A premissa de que a simples chegada da energia elétrica em comunidades desassistidas potencializa processos produtivos e gera renda vem sendo mundialmente refutada nas últimas duas décadas. As estatísticas e a experiência demonstram que a eletrificação dessas comunidades incentiva, precipuamente, a compra de eletrodomésticos, tais como geladeiras, CD *players* e televisores, mas pouco tem contribuído para o seu desenvolvimento econômico. Por outro lado, o uso de energia em processos produtivos configura-se como fator indispensável para o desenvolvimento, pois possibilita avanços na quantidade, qualidade e diversificação de produtos e serviços produzidos no local (PRISMA, 2007).

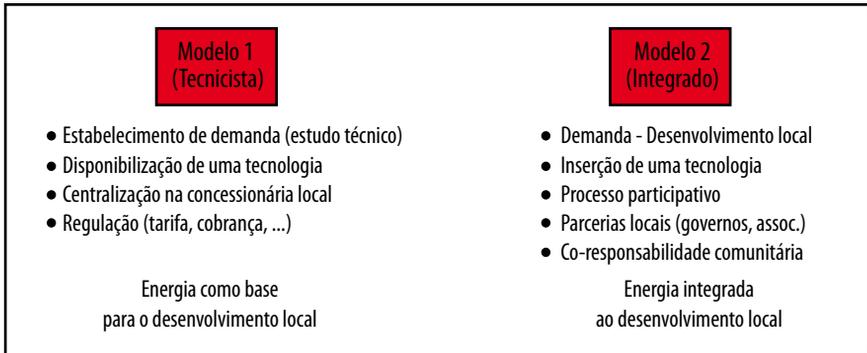
Celso Furtado aponta, como alternativa para a redução da pobreza, a urgente necessidade de haver uma transferência legítima e direta de patrimônio público para comunidades carentes e isoladas para equalizar o desenvolvimento nacional. Celso Furtado preconiza, ainda, a participação comunitária na gestão do patrimônio transferido, adquirindo, assim, maior autonomia na solução dos seus problemas (Em busca de um novo modelo – *reflexões sobre a crise contemporânea*. Celso Furtado, Editora Paz e Terra, 2002).

Segundo a instituição Winrock (2007), para proporcionar uma efetiva participação comunitária na gestão dos ativos públicos que permitiriam o atendimento das demandas dos membros da comunidade por serviços básicos, é necessário construir um arcabouço sócio-econômico, legal e administrativo, formado e dirigido pela própria comunidade. No caso da energia elétrica, é preciso, também, capacitar a comunidade para garantir não só a sustentabilidade do suprimento de energia, mas o aproveitamento da mesma, de forma racional e produtiva, transformando-a em vetor efetivo do desenvolvimento econômico, social e ambiental das comunidades isoladas.

Encontrar um modelo de gestão que permita levar eletricidade a comunidades desassistidas de maneira firme, contínua e sustentável, representaria para o Brasil a possibilidade de resgatar um passivo social antigo, de maneira ambientalmente correta e fazendo uso eficiente dos recursos públicos.

Figura 5.5

Modelos de gestão da produção de energia em comunidades isoladas



Fonte: <www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=10760&download>.

Os atores participantes do modelo de gestão podem ser: a própria comunidade (por intermédio de cooperativa ou associação de produtores locais), o que representaria um modelo de gestão integrado – de geração e distribuição de energia; um centro de pesquisa (universidade, etc.); empresas privadas (concessionárias ou outras); ou ONGs. A comunidade também pode juntar-se para formar um Produtor Independente de Energia (PIE) Elétrica, definido como “pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco”, pelo Decreto nº 2.003, de 10 de setembro de 1996.

Exemplos de modelos de gestão

Os modelos de gestão por parte da própria comunidade, encontrados entre os projetos analisados (ver Anexo 2), consideram, em geral, a formação ou utilização de cooperativas ou associações locais para a geração e distribuição da energia elétrica. Os mecanismos utilizados vão desde o uso da energia na própria associação até a sua venda para a concessionária local que se ocupa da distribuição posterior.

Para o Projeto nº 1, foi criado um fundo rotativo por famílias, sem venda de energia, para uso na própria associação, que tem o propósito de gerir o sistema energético e o sistema produtivo. O Projeto nº 3 considera um modelo integrado (geração/distribuição) com venda da energia pela cooperativa aos usuários por um preço equivalente à tarifa da concessionária estadual, inclusive com classes de consumo.

No caso do Projeto nº 6, a associação responsável pela gestão estabeleceu, por um regulamento discutido em assembléia na comunidade, um custo de adesão por domicílio de R\$ 150,00 e um preço de serviço/fundo de operação e manutenção de R\$ 15,00/mês por domicílio. Também foi criado um sistema de pré-pago, utilizado nos projetos de nº 7 (cartão magnético) e 25, onde os consumidores adquirem cartões que liberam uma determinada quantidade de energia que poderá ser consumida durante o período que for necessário.

O Projeto nº 7 considerou um preço que deverá cobrir as despesas com operação e manutenção, mas não as despesas com combustível, que deverá ficar a cargo da prefeitura municipal. Uma das principais dificuldades observadas nos beneficiários é a de obter renda para pagar o consumo de energia. Neste sentido, o Projeto nº 18 incorporou o conceito de Produtor Independente de Energia (PIE). Como exemplo, a cooperativa agrícola comercializa a polpa de açaí como produto principal, tendo a energia elétrica como subproduto, que é vendida para a Ceam, responsável pela rede de distribuição e pela comercialização.

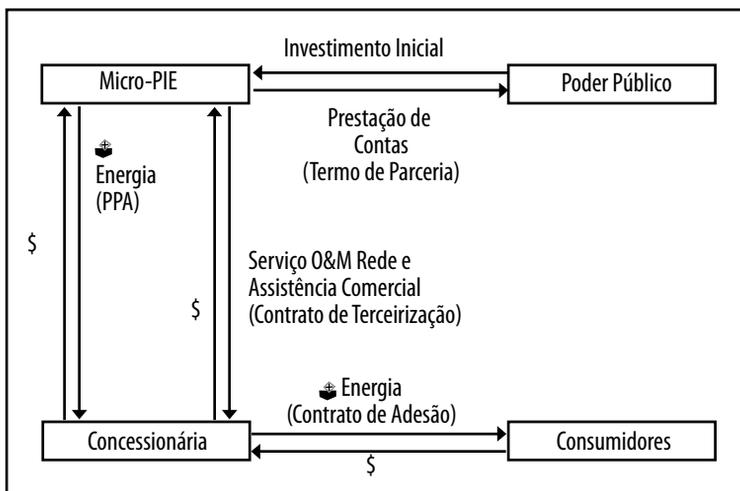
Exemplo 1. O modelo Prisma

Com o intuito de testar um modelo replicável de eletrificação e desenvolvimento sustentável de comunidades isoladas, a instituição Winrock Brasil criou o modelo de gestão Prisma (Figura 5.6). O modelo, baseado numa micro-PIE, será responsável pela operação, manutenção da usina e também pela prestação de serviço de operação e manutenção da rede local, vendendo energia em bloco para a concessionária que faria o seu papel de distribuidora (Lei das Oscips – Lei nº 9.790/00).

O monitoramento do Projeto nº 2 feito pelo MME destacou que, com este modelo vigente, a sustentabilidade do sistema está praticamente garantida porque há uma contraprestação pelo serviço. Além disso, há um operador do sistema, membro da comunidade, treinado para realizar a manutenção mais simples e remunerado para isso (MME, 2006 e 2007).

Figura 5.6

Modelo Prisma: micro central elétrica administrada por uma micro-PIE (microprodutor independente de energia)



Fonte: Winrock, 2006.

O MME (2007) adverte que, no caso de adotar o modelo de gestão Prisma, as instituições empresariais, notadamente as reguladas – submetidas a contrato administrativo e a uma grande quantidade de leis e resoluções setoriais – poderiam não se predispor a correr riscos contratando serviços essenciais à sua atividade com agentes não-regulados e com baixa competência para realizar os encargos de um contrato dessa natureza.

A associação local, que em geral não tem quadro técnico capaz de dar suporte a um contrato firmado no âmbito do setor elétrico, tem na sua natureza institucional objetivos de cunho social, inclusive para suportar as pressões exercidas por interesses diferenciados de seus associados. Por esses motivos, uma associação local, mesmo que qualificada como Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (Oscip), poderia ter sérias dificuldades em estabelecer vínculos contratuais com um agente do setor elétrico.

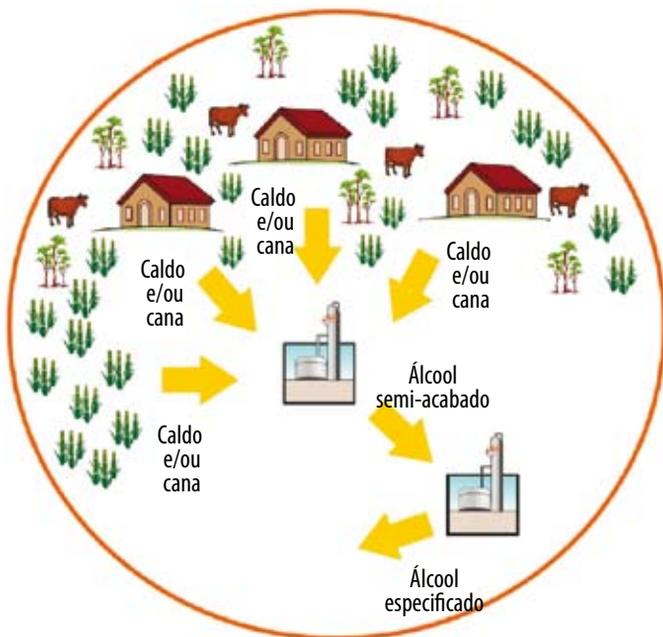
Exemplo 2. A produção descentralizada de etanol da Cooperbio (alimentos, álcool e energia elétrica)

O objetivo é desenvolver um processo que permita a descentralização da produção para gerar trabalho e renda para a agricultura familiar. O sistema colocado em prática é

uma série de micro-destilarias de álcool comunitárias com capacidade de 500 a 1000 litros/dia, que produzirão álcool de até 94°. Este será levado a uma unidade retificadora de maior porte (5.000 até 15.000 litros/dia) capaz de reunir condições técnicas para o atendimento das especificações da ANP. As micro-agroindústrias são projetadas para produzirem álcool, cachaça, melado, doces e açúcar mascavo (SCHUCH, 2007).

Figura 5.7

Modelo descentralizado de produção da Cooperbio



Fonte: Rosseto, 2007.

O álcool será produzido com diferentes matérias-primas, como cana-de-açúcar e amiláceos (batata-doce, mandioca), e será integrado com a produção de alimentos (leite e leguminosas), seguindo um padrão *agroecológico* de produção. A Petrobras investirá R\$ 2,3 milhões neste projeto, que prevê o plantio de florestas energéticas que servirá como combustível para abastecer as usinas. A tecnologia permite também que a ponta da cana-de-açúcar seja utilizada na alimentação do gado e na recuperação e manutenção da fertilidade do solo (*site* da Petrobras, outubro de 2007; Rosseto, 2007).

Exemplo 3. A proposta de Ater coletiva¹²: produção familiar de mamona e inclusão social

A Ater (Assistência Técnica Agrícola e Extensão Rural) coletiva pretende mobilizar os agricultores para fortalecer a organização das famílias em torno de projetos de produção e comercialização, autônomos e qualificados, visando o desenvolvimento sustentável. Está “pautada em um paradigma que contempla a participação e a comunicação dialógica dentro do contexto de parceria da agricultura familiar com empresas privadas, quebrando o paradigma tradicional dos modelos de integração”.

O projeto de produção familiar de mamona e inclusão social é fruto de uma parceria entre GTZ, BED, DED, MDA, Fundação e Contag. O objetivo inclui o aperfeiçoamento e a ampliação da assistência técnica e extensão rural; a consolidação das parcerias com os movimentos sociais (sindical e associativista), ampliando a consciência social e a capacidade de diálogo com os vários agentes do processo produtivo; a qualificação do processo de capacitação dos agricultores familiares; e a elaboração e implantação de um sistema de monitoramento ambiental, econômico e social do biodiesel no Nordeste.

Os resultados observados, entre outros, foram, do ponto de vista da atuação dos técnicos junto aos produtores, a melhoria na relação com o produtor e no processo de articulação com parceiros institucionais e o aumento do número de visitas técnicas por comunidades. Quanto à atuação dos produtores como sujeitos do processo, os resultados foram, entre outros, a construção de projeto coletivo como instrumento de organização da comunidade; a discussão do desenho da propriedade e a identificação de outras atividades capazes de melhorar a renda do produtor; a definição do tema da Ater, a partir das necessidades das comunidades; e o aumento da receptividade quanto ao emprego das tecnologias de produção e recuperação dos solos.

D. Lições Aprendidas

As lições aprendidas pelo MME em comunidades isoladas da Amazônia, graças à implantação dos projetos de serviços de energia elétrica com a utilização de fontes renováveis, e os resultados apresentados por esses projetos são (MME, 2007):

- Conhecimento da realidade local em múltiplas dimensões: a) **geoambiental** – inclui o sítio do aproveitamento e a disponibilidade de combustível; b) **social** – existência e forma de organização e as atividades culturais; c) **econômica** – principal fonte de renda e as potencialidades; d) **infra-estrutura** de

¹² Apresentada por Rejane Tavares na VIII Jornada IICA/Fórum DRS do dia 31 de julho de 2007.

serviços públicos, etc. Dadas as dificuldades da Região Amazônica, quando o proponente for externo à região, é fundamental que tenha uma base de apoio local por intermédio de parcerias com instituições regionais e/ou locais. É também primordial comprovada experiência na implantação de projetos junto à comunidade local e/ou regional.

- Realização de atividades de sensibilização, mobilização da comunidade e apoio à organização local. Incentivo a atividades que promovam o envolvimento e o comprometimento de seus membros em relação ao projeto, condição indispensável para que o mesmo seja bem-sucedido.
- Domínio pleno da tecnologia: processo tecnológico, insumos e mercado de equipamentos para a viabilização de propostas e cronogramas consistentes, realistas e, portanto, viáveis.
- Domínio pleno do processo de importação de equipamentos e de procedimentos a serem realizados no exterior. O objetivo é evitar erros de cronogramas de execução, o que pode inviabilizar o projeto.
- Independência de projetos. Nenhum projeto deve ser dependente da implantação de outro. Um projeto não pode estar atrelado e/ou condicionado a outro para a obtenção de seus objetivos, a menos que seja uma ação coordenada de política pública, envolvendo mais de um ministério e/ou órgão público.
- Parcerias institucionais oficiais. Evitar a todo custo parcerias por meio de compromissos verbais, principalmente, quando há envolvimento de obrigações pecuniárias.

Segundo o MME, essas lições são válidas para projetos que apresentam as seguintes características:

- i) políticas públicas destinadas ao desenvolvimento local e à fixação do homem no campo;
- ii) capacidade local para a autogestão do empreendimento;
- iii) construção ou aperfeiçoamento de um plano de desenvolvimento local ou uso produtivo da energia;
- iv) disponibilidade de recursos subsidiados para dar suporte ao investimento.

E. Elementos a Serem Observados para a Replicabilidade

Segundo os pesquisadores do projeto Neram – Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia – (nº 18 do Anexo 2), os elementos a serem observados para a replicabilidade de uma tecnologia em várias comunidades isoladas da Amazônia são:

- i) identificar atividades em curso que estejam produzindo resíduos ou identificar recurso natural local para exploração da cadeia produtiva;
- ii) avaliar a cadeia produtiva para identificar insumo energético para produção de eletricidade (se não for possível, identificar outra fonte local de energia);
- iii) identificar a tecnologia mais adequada para produzir eletricidade com o recurso energético disponível, priorizando o insumo decorrente da cadeia produtiva;
- iv) dispor de fornecedores confiáveis para as tecnologias (criar um banco de fornecedores) que devem ter interesse em desenvolver rede de assistência técnica e produzir no Brasil;
- v) assegurar que as comunidades sejam organizadas no sentido de gerar excedentes financeiros, como ocorre no projeto Desenvolvimento Regional Sustentável (DRS) do Banco do Brasil;
- vi) estabelecer, junto a Aneel, instrumentos legais para viabilizar a entrada desses novos agentes;
- vii) estudar, junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e órgãos ambientais, procedimentos que possam agilizar os licenciamentos;
- viii) assegurar parcerias para um intenso processo de capacitação dos comunitários;
- ix) capacitar as concessionárias para elaborar projetos, instalar e operar sistemas com tecnologias de energias renováveis.

REFERÊNCIAS

BACELLAR A.; SOUZA R.; XAVIER D.; SEYE O.; SANTOS E.; FREITAS K. *Geração de renda na cadeia produtiva do açaí em projeto de abastecimento de energia elétrica em comunidades isoladas no Município de Manacapuru/AM*. Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico (Cdeam). Universidade Federal do Amazonas (Ufam). Manaus/AM, 2006. Disponível no site <<http://cdeam.ufam.edu.br/artigos/103.pdf>>.

BARBOSA C.; PINHO J.; VALE S. *Sistemas híbridos de energia solar/eólico/diesel para eletrificação de comunidades isoladas da Região Amazônica brasileira: estado presente e desenvolvimentos futuros*. Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas (Gedae). Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação, Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará, 2005.

BUAINAIN A.; SOUZA FILHO H. (colaborador). *Agricultura familiar, agroecológica e desenvolvimento sustentável: questões para debate*. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA). Brasília, 2006.

CASTRO J. C.; FIGLIUOLO R.; NUNOMURA S. M.; SILVA L. P.; MENDES N. B.; COSTA M. S. T.; BARRETO A. C.; CUNHA T. M. F.; KOOLEN H. H. F. *Produção sustentável de biodiesel a partir de oleaginosas amazônicas em comunidades isoladas*. Faculdade de Tecnologia/ Universidade Federal do Amazonas. Coordenação de Pesquisas em Produtos Naturais/ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2006.

CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA. <<http://www.eolica.com.br/projetos.html>>. Acesso em 11 de setembro de 2007.

COELHO S.; SILVA O.; VELÁZQUEZ S.; LISBOA A.; GODOY F. *Uso de óleo de palma "in natura" como combustível em comunidades isoladas da Amazônia*. Cenbio. Trabalho publicado e apresentado no III Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 23 a 25 de novembro de 2005, Campinas/SP.

FOGÃO GERA LUZ. <http://www.funtac.ac.gov.br/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=33&Itemid=67>.

GEDAE. Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas da Universidade Federal do Pará. Apresentação no 2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Pilotos com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades

Isoladas. Organizado pelo MME, em Brasília, em maio de 2007.

IBGE. *Mapa de biomas e de vegetação (2004)*. Disponível no site <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>>. Acesso em 1º de setembro de 2007.

MDA. *Relatório técnico*. Brasília, 2005.

MORET, A. Biodiesel e óleos vegetais como alternativa na geração de energia elétrica: o exemplo de Rondônia. In: Dossiê energia positiva para o Brasil. Projeto Energia Positiva para o Brasil, Greenpeace, 2004.

MOTORES DE COMBUSTÃO. *A tecnologia Elsbett e a oferta de kits de conversão de motores diesel para consumo de óleo vegetal, no Brasil, pela Fendel Tecnologia*. <<http://www.motoresdecombustao.eng.br/Artigos/EntrevistaFendel.htm>>.

MOURAD A.; AMBROGI V.; GUERRA S. *Potencial de geração de energia renovável a partir de subprodutos do agronegócio brasileiro*. In: **Dossiê energia positiva para o Brasil**. Projeto Energia Positiva para o Brasil, Greenpeace, 2004.

PELLEGRINI C.; SCOLA L. A. *Geração de potência. Departamento de Ciências Térmicas e dos Fluidos*. Universidade Federal de São João Del Rei, 2005. Disponível em <http://www.eletrica.ufsj.edu.br/pub/gth/Geracao_de_Potencia.pdf>. Acesso em 9 de outubro de 2007.

PEREIRA V. *Sistema de geração distribuída de energia elétrica para pequenos consumidores da Região do Pantanal*. Pesquisa em andamento, desde 2004, na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). Disponível no site <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4760569E6#PP_SISTEMA%20DE%20GERA%C3%87%C3%83O%20DISTRIBUIDA%20DE%20ENERGIA%20EL%C3%89TRICA%20PARA%20EQUENOS%20CONSUMIDORES%20DA%20REGI%C3%83O%20DO%20PANTANAL>.

ROCHA, B. R. P.; SILVA, I. M. O. *Energia para o desenvolvimento sustentável da Amazônia*. In: **O futuro da Amazônia** (MELLO, A. F.). EDUFPA, pág. 87-100, 2002.

RODRIGUES A. *Análise da viabilidade de alternativas de suprimento descentralizado de energia elétrica a comunidades rurais de baixa renda com base em seu perfil de demanda*. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências e Planejamento Energético, 2006b.

RODRIGUES M.; XAVIER D.; SOUZA R.; SEYE O.; SANTOS E.; FREITAS K.; MORAES M. *O Projeto Neram – Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia*. Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico da Universidade

Federal do Amazonas (Cdeam/Ufam), 2006.

ROSÁRIO L.; ELS R.; BRASIL JUNIOR A. *Alternativas energéticas para comunidades isoladas da Amazônia: a energia hidrocínética no Maracá, Sul do Amapá*. Resumo do artigo apresentado no Seminário da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (Ecoeco), em novembro/2005. Disponível no site <http://www.correaneto.com.br/noticias/01/11_1_07energia.htm>.

ROSSETO R. Apresentação na I Conferência Nacional Popular sobre Agroenergia. Curitiba, dias 28 a 31 de outubro de 2007.

SERPA P. M. *Eletrificação fotovoltaica em comunidades Caiçaras e seus impactos socioculturais*. São Paulo, 2001. <http://www.energia.usp.br/lsf/teses/Tese_SERPA.pdf>.

WILKE H.; LORA E. *Desenvolvimento de um módulo combustor biomassa – motor Stirling – aplicado a sistemas de geração isolada e baseados em gerador de indução*. Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída (Nest). Universidade Federal De Itajubá (Unifei). Disponível no site <<http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2004/Fscommand/PDF/Agrener/Trabalho%20130.pdf>>.

WINROCK. *Prisma: um modelo energético sustentável envolvendo organizações de base comunitária*. I Seminário de Monitoramento dos Projetos-Pilotos com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas. Brasília, 25 de maio de 2006. <www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=7772&download>.

WINROCK. *Projeto Cachoeira do Aruã: um modelo energético sustentável*. <http://www.winrock.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=w_section_projetos&sid=62>. 2007.

6. RECOMENDAÇÕES DE LINHAS DE TRABALHO PARA VIABILIZAR A CONTINUIDADE DAS ATIVIDADES DE COOPERAÇÃO ENTRE O IICA E O MME ■

No âmbito da cooperação entre o IICA e o MME, em torno do Programa Nacional de Universalização dos Serviços de Energia Elétrica no Brasil – Luz para Todos, propõe-se quatro objetivos imediatos a serem desenvolvidos a partir do ano de 2008, todos eles envolvendo o desenvolvimento de metodologias e projetos visando a implementação de políticas públicas. O primeiro trata da inserção dos biocombustíveis nos sistemas produtivos da agricultura familiar, levando em conta os seus aspectos organizacionais e tecnológicos. O segundo focaliza a geração descentralizada de energia elétrica de pequeno porte como fontes renováveis. O terceiro volta-se para o uso produtivo e eficiente de energia elétrica em comunidades assistidas pelo Programa Luz para Todos. O último se dirige ao desenvolvimento do próprio Programa Luz para Todos em seus aspectos estratégicos, logísticos e operacionais. As propostas que se seguem são todas identificadas a partir das discussões do Seminário Agroenergia e Desenvolvimento de Comunidades Rurais Isoladas, realizado em outubro de 2007, em Brasília.

Em relação ao desafio de inserção dos biocombustíveis nos sistemas produtivos da agricultura familiar, três situações foram identificadas ao longo das discussões no Seminário. Na Região Amazônica, é preciso aprofundar os estudos sobre as oleaginosas nativas, cuja vocação, tanto em termos de sustentabilidade quanto de mercado, parece apontar para usos mais nobres (cosméticos, farmacêuticos), o que inviabilizaria o seu destino como matéria-prima para biocombustíveis.

Por outro lado, já existem projetos de biocombustíveis com base em dendê e propostas que o seu plantio seja promovido na região para essa finalidade. A expansão do dendê na Amazonas, porém, suscita forte questionamento e a sua compatibilidade com os sistemas de produção mistos, típicos da agricultura familiar, é também colocada em questão. Propõe-se, portanto, que esses dois aspectos sejam levantados pelas experiências já vivenciadas na região. O objetivo é o de desenhar metodologias e projetos que viabilizem a produção de biocombustíveis com contexto amazônico.

Na Região Nordeste, pesquisas em torno da integração de mamona para biocombustível nos sistemas de produção típicos do Nordeste, reportadas no seminário, levantaram fortes dúvidas a respeito da sua viabilidade nas condições atuais. Destacaram-se temas como: produtividade/escala, acesso à terra e à assistência técnica. Sugere-se que as conclusões dessa pesquisa sejam o ponto de partida para elaborar propostas para equacionar a inserção da mamona nos sistemas de produção da região semi-árida nordestina. Isso envolveria o desenho de políticas públicas, a mobilização e a capacitação dos produtores e a promoção de projetos experimentais com base nas novas propostas.

Na Região Sul, houve um relato, no seminário, de uma experiência até agora bem-sucedida de integração da produção de alimentos e de energia pela cana-de-açúcar. Propõe-se, nesse caso, uma avaliação da *replicabilidade* dessa experiência para outras regiões e outras condições, sobretudo, por se tratar de uma opção para a agricultura familiar participar na produção de etanol, até então reservada para grandes plantações em forma de monocultura.

Nas discussões em torno da geração descentralizada de energia elétrica com fontes renováveis, ficou claro que na Região Amazônica existe a possibilidade de uso de resíduos da floresta para geração direta de energia (queima dos resíduos). Para que isso seja viável, é preciso explorar a adaptação dos conceitos do agricultor como guardião da natureza ao contexto amazônico.

O reconhecimento de serviços ambientais como bens públicos aponta o caminho para definir formas adequadas de remuneração. O emergente mercado de carbono pode ser um caminho nesse sentido, bem como o programa brasileiro de “verificação agropecuária” com fundos garantidos pela União Européia para remunerar atividades que visam a conservação do capital natural. Seria necessário propor alterações e o aprimoramento do arcabouço jurídico e regulatório para enquadrar essas novas funções e as suas formas de remuneração. Ao mesmo tempo, seria importante acompanhar e avaliar projetos experimentais baseados nessa abordagem e estabelecer a documentação que permite a sua replicabilidade.

O princípio fundamental que norteia o Programa Luz para Todos é que o acesso à eletricidade deve ser acompanhado pelo seu uso produtivo – de forma eficiente – para o desenvolvimento das comunidades atendidas. Os projetos específicos serão tão variados quanto as condições em que as distintas comunidades isoladas se encontram. No entanto, princípios comuns devem ser identificados para guiar os agentes envolvidos no Programa Luz para Todos. Esses incluem formas de capacitação dos atores para garantir o uso e a manutenção do sistema de geração elétrica; a compatibilização dos projetos à potência de energia gerada; e a organização da

comunidade para negociar interesses individuais e definir ações coletivas. Seria necessário, ao mesmo tempo, identificar parceiros apropriados aos projetos para viabilizar serviços de apoio. Tais parceiros podem ser locais ou regionais, mas também se deve pensar em possibilidades de cooperação internacional, na medida em que instrumentos como créditos de carbono e serviços ambientais se tornem viáveis.

O objetivo é a identificação e a formatação dos elementos comuns às variadas iniciativas de uso produtivo e eficiente dos sistemas de energia elétrica instalados para subsidiar a capacitação do conjunto dos atores engajados no programa.

Um dos avanços mais importante do Programa Luz para Todos tem sido o reconhecimento de que o objetivo de acesso à energia elétrica deve ser inserido em projetos de desenvolvimento. Como desdobramento desse entendimento, houve uma aproximação com as noções de desenvolvimento territorial e de arranjos produtivos locais. No seminário, houve uma forte participação do MDS e do MDA junto às suas distintas secretarias, cujas ações são estruturadas em torno de estratégias territoriais.

Dos vários instrumentos aperfeiçoados no âmbito desses ministérios, é “o território da cidadania” que se aproxima em muito às condições em que as comunidades isoladas, alvos do Programa Luz para Todos, se encontram. No próximo período, deve-se transformar essa aproximação em parcerias formais, inserindo, ao mesmo tempo, o programa nos distintos conselhos que se consolidam em âmbito local e municipal. A cooperação IICA/MME é decisiva para a consolidação desse novo arcabouço institucional para o programa.

7. CONCLUSÃO GERAL

por John Wilkinson

O seminário “Agroenergia e Desenvolvimento de Comunidades Rurais Isoladas” culminou com uma série de atividades de cooperação entre IICA e a MME em torno do Programa Luz para Todos. A parceria IICA/MME, em torno da problemática de desenvolvimento, surgiu com o resultado do reconhecimento de que a universalização de acesso à energia elétrica, no contexto de comunidades isoladas, e, sobretudo, em se tratando da Região Amazônica, não de reduzia apenas a questões de acesso ao consumo de energia. Tal conclusão se impôs depois de avaliados os resultados da distribuição de geradores a diesel na Região Amazônica: quase todos tinham caído em desuso.

Do contexto acima relatado, notoriamente o amazônico, conclui-se que não se pode apostar numa dinâmica de desenvolvimento espontâneo a partir do simples acesso à eletricidade, mesmo que haja benefícios imediatos (acesso à informação, possibilidades maiores de estudo, preservação dos alimentos).

Para ser viável, o acesso à energia precisa ser integrado em projetos de geração de renda e emprego num ambiente de desenvolvimento sustentável. A mobilização em torno do citado seminário incluiu um fórum virtual em que tendências globais, aspectos da política nacional e até as lições de experiências concretas foram discutidos. As mais destacadas dessas experiências, selecionadas por sua representatividade regional e diversidade de formato, foram apresentadas e debatidas em três jornadas.

A equipe do Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade (CPDA), além de animar o Fórum e participar das jornadas, preparou o estudo sobre o conhecimento técnico-científico e as disponibilidades comerciais a respeito do fornecimento de energia a comunidades isoladas e sobre as iniciativas de desenvolvimento a partir da geração de energia com base em recursos locais. Também analisou as políticas federais, estaduais e municipais a respeito de agroenergia.

O estudo, elaborado em colaboração estreita com o MME e o IICA, e reproduzido na sua íntegra nesta publicação, estruturou a discussão no seminário e foi complementado durante dois dias por contribuições sobre aspectos técnicos, políticos, regulamentares, ambientais e sócio-econômicos relacionados ao fornecimento de

energia às comunidades isoladas. Ao mesmo tempo, houve um esforço de enquadrar essas ações (micro) em uma avaliação das tendências (macro), influenciando as políticas e as estratégias em torno de agroenergia e também suas implicações para o desenvolvimento territorial, temas constantes do primeiro capítulo deste livro.

O estudo sobre o conhecimento técnico-científico e a disponibilidade de tecnologias comerciais apropriadas à geração de energia em comunidades isoladas ressaltou a variedade de opções com as suas respectivas vantagens e desvantagens. Independentemente de critérios genéricos de desempenho, a diversidade geográfica da Região Amazônica e a heterogeneidade de suas comunidades isoladas apontam a necessidade de uma combinação de opções tecnológicas, formas organizacionais e métodos de gestão.

Os sistemas fotovoltaicos são tecnicamente indicados, mas esbarram em custos inassimiláveis. As opções hídras, mesmo sendo talvez as mais indicadas em termos de custos e simplicidade, não são generalizáveis ao conjunto da região e exigem condições mínimas e/ou máximas de correnteza. Os sistemas mistos, pela sua relativa complexidade, geram problemas de operacionalização.

A opção pelo biodiesel conta com uma variedade muito grande de matérias-primas oleaginosas na Região Amazônica. Os atuais sistemas *agrossilvestres* de colheita e manejo, geralmente, não são adaptados à escala e à regularidade de oferta com que o funcionamento de um sistema de biodiesel exige. Nem sempre a solução é organizacional, porque a pulverização das comunidades pode inviabilizar o alcance de escalas mínimas. Por outro lado, propostas de maiores escalas teriam que ser aplicáveis sem recorrer ao desmatamento, uma causa maior de emissão de carbono do que o uso de diesel no contexto amazônico. A vantagem fundamental do biodiesel, além de aproveitar os recursos naturais da região, é a perspectiva de geração sustentável de renda a partir do fornecimento da matéria-prima que pode custear a tarifa de eletricidade. Mesmo em condições favoráveis, estratégias com base em biodiesel precisariam incorporar componentes fortes de organização, gestão e capacitação.

Estratégias de agroenergia ou de outras opções de acesso à eletricidade não deveriam ter como motivo os danos ambientais do diesel no contexto amazônico. Pior poderia ser o desmatamento decorrente de estratégias de geração de energia a partir de oleaginosas nativas. Além da evidência do seu fracasso na prática, uma limitação fundamental do diesel é o custo de entrega que também exige diesel, bem como a falta de meios de pagar a tarifa.

Outras fontes de biomassa seriam os resíduos gerados em processos produtivos, sobretudo, nas serralharías da região. Esses resíduos poderiam ser mais sistematicamente colhidos na forma de serviços ambientais num esquema de financiamento do mercado de carbono ou de pagamentos para serviços hídricos. A iniciativa brasileira de “verificação agropecuária” com fundos garantidos pela União Européia para remunerar atividades que visam à conservação do capital natural pode contemplar esses serviços ambientais. Foi ressaltado o perigo de pautar estratégias de agroenergia em culturas anuais bem dependentes de insumos químicos – derivados de petróleo em sua grande maioria. Um desenvolvimento local e regional que combina a produção de alimentos e energia deveria se basear em culturas perenes, como os sistemas *agroflorestais*.

Na apresentação do contexto global, destacou-se o impacto das metas ambiciosas de etanol nos Estados Unidos sobre as perspectivas de plantio e preços do milho que tiveram um efeito em cascata sobre outros cereais e oleaginosos, ameaçando uma inflação generalizada nos preços dos alimentos. Em âmbito micro, os sistemas *agroenergéticos* mostram uma importante complementaridade à medida que optem por práticas diversificadas de produção onde as culturas energéticas e alimentares são intercaladas.

Foi destaque ainda a possibilidade de o Brasil, por ter uma grande fronteira não ocupada, desenvolver planos tão ambiciosos quanto os Estados Unidos sem ameaçar o abastecimento alimentar ou provocar uma inflação nos preços dos alimentos. O importante, porém, é desenvolver as opções de matéria-prima. No caso de etanol, a cana-de-açúcar se mostra globalmente imbatível, mas o desenvolvimento de novas variedades recoloca possibilidades de produção como a mandioca, por exemplo.

Para o biodiesel, não existe uma matéria-prima específica. Existe um grande desafio que é consolidar os parâmetros técnicos para as mais tradicionais oleaginosas – algodão, mamona, dendê e girassol – e desenvolver novas matérias-primas, sobretudo, para as regiões Centro-Oeste e Norte.

As reflexões sobre as dificuldades de se consolidar um sistema de desenvolvimento sustentável de agroenergia no Nordeste, incorporando mamona em práticas de policultura, valem – *a fortiori* – quando se pensa na promoção de sistemas similares na Região Amazônica. Os terrenos exíguos, com fertilidade exaurida, dificilmente geram escala suficiente para as necessidades da indústria e para a renda dos produtores. Em consequência, a indústria busca fontes mais estáveis (soja e algodão), e os produtores se voltam às suas culturas de subsistência.

A agroenergia, com sua adaptação de matérias-primas às culturas regionais, abre uma perspectiva ímpar de integração de grandes parcelas da agricultura familiar. Para que essas culturas, tipicamente de escala, gerem uma renda adequada é necessário repensar questões de acesso a terra e de fornecimento de serviços agrícolas adaptados à dinâmica da agricultura familiar.

O enfoque em estratégias de desenvolvimento sustentável – como forma de viabilizar o acesso à eletricidade em comunidades isoladas – converge com as prioridades de desenvolvimento territorial da SDT e existe forte sinergia entre os territórios de cidadania e a população atendida pelo Programa Luz para Todos. Da mesma forma, a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, promovida pelo MDS, sua estratégia de desenvolvimento sustentável descentralizado e suas políticas especialmente dirigidas aos povos indígenas e aos quilombolas podem ajudar a viabilizar estratégias de desenvolvimento das comunidades isoladas no âmbito do Programa Luz para Todos.

No Programa Nacional de Biodiesel, é o MDA que coordena as atividades relacionadas a crédito e seguro, assistência técnica e extensão, agregação de valor, comercialização, Ater setorial, apoio a grupos produtivos, cadastro georreferenciado, regularização fundiária, novos assentamentos, crédito fundiário, investimento e infra-estrutura, territórios de cidadania (SDT) e capacitação. Muitas contribuições identificaram essas questões como centrais ao sucesso de iniciativas de desenvolvimento junto às comunidades isoladas que precisam ser atendidas com acesso à eletricidade.

Houve consenso que o quadro regulador do setor de fornecimento de eletricidade precisa ser revisto, principalmente no caso das comunidades isoladas que exigem sistemas não integrados na rede e a utilização de alternativas ao diesel. Os atuais mecanismos de compensação para os concessionários – sobretudo a Conta de Consumo de Combustível (CCC) – desestimulam o atendimento a comunidades isoladas e a exclusividade para distribuição dada aos concessionários nas suas regiões de atuação. Na maioria dos casos, os programas alternativos de fornecimento de energia (como o fotovoltaico e o hídrico) não foram acompanhados por políticas complementares para assegurar a sua sustentabilidade (organização das comunidades, capacitação e manutenção).

O seminário e as demais iniciativas preparatórias estabeleceram um novo marco no objetivo de universalizar o acesso à eletricidade como medida de urgência de curto prazo. Ficou estabelecido que o atendimento de energia à população mais pobre – nas comunidades isoladas – não se limita a questões de acesso; inclui a geração local e sustentável e o uso produtivo da energia.

Apesar dos grandes avanços – 370.000 ligações feitas na Região Amazônica – 400.000 famílias faltam ser atendidas. Para tanto, a promoção de fontes alternativas de energia, sobretudo agroenergia, numa visão territorial de geração de emprego e de renda, aponta o caminho.

Maior entrosamento entre o MME, o MDA e o MDS forneceria o arcabouço mais adequado para enfrentar esse desafio, podendo, inclusive, estabelecer significativos avanços nas idéias discutidas no seminário.

8. ANEXOS

ANEXO 1. Opções tecnológicas implementadas pela Eletronorte para as comunidades isoladas da Amazônia

Tabela A.1. Tecnologias em implantação pela Eletronorte na Amazônia

Tecnologia	Características
Sistemas fotovoltaicos	Total de 2.624 instalações pelo Prodeem/Eletronorte.
Turbina a vapor	Aplicação: Aproveitamento de biomassa (resíduo). Descrição: Pequena turbina Ciclo Rankine 50 kW. <i>Status:</i> Projeto de P&D em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente – AM. Equipamento a ser instalado em balsa com estufa de secagem para processamento de madeira em áreas de manejo florestal.
Turbina Bulbo MCH	Aplicação: Igarapés com pequeno desnível. Descrição: Turbina portátil de baixa queda (2m e 15cm): construção de barragem desnecessária. <i>Status:</i> Protótipo a ser instalado em batalhão de fronteira.
Célula combustível	Descrição: Conversão de energia química em energia elétrica por meio de reações de oxidação de hidrogênio e redução do oxigênio, produzindo energia, água e calor. Combustíveis: hidrogênio, biogás, etanol etc. <i>Status:</i> Acoplando uma unidade de 1 kW (nacional) a um gaseificador.
Incineração ou gaseificação do lixo	Descrição: Geração de energia elétrica.
MCH	Aplicação: Revitalização e ampliação de 12 MCHs de propriedade do Exército para atendimento a comunidades vizinhas. <i>Status:</i> Projetos elaborados para ELN com aquisição dos equipamentos pelo MME. Elaboração de convênios (convênio com o Estado do Acre para diagnosticar 10 ocorrências e seus projetos).
Biodiesel	Aplicação: Agroenergia, por intermédio da agricultura familiar, explorada na região do entorno da UHE de Tucuruí. Desenvolvimento sustentável com geração de emprego e renda. Descrição: Aquisição pela BR, leilão da ANP, logística, mercado aberto. Utilização/consumo do biodiesel: térmicas da Eletronorte, logística de abastecimento para BR, utilização da CCC, aprovação na ELN e na Aneel.

Biodiesel	Aplicação: Guarida, município de Colniza (MT). Descrição: Tecnologia inovadora: reator de multimagnetron. Produção: 3.000 litros/dia. Demanda a ser atendida: B100: MW.
Gaseificação*	Aplicação: Nossa Senhora das Dores do Parurú, Município de Abaetetuba (PA), e Chipaiá, Município de Cachoeira do Anari (PA). Descrição: Potência do gaseificador (20 kW). Atendimento (50 famílias, com equivalência de 250 habitantes).
Gaseificação*	Aplicação: Localidade de Murutucu, Município de Belém (PA). Descrição: Produção de caroço de açaí (14 ton./mês). Potência do gaseificador (50 kw). Atendimento (100 famílias).
Parceria com o Centro de Referência de Energia de Fontes Renováveis (no Acre)	
Biodiesel	<i>Craqueamento catalítico.</i>
Biodiesel	Transesterificação com capacidade de produção: 800 litros/dia.
Fogão Gera Luz	Unidade de fabricação do micro gerador de energia.
Gaseificador	Capacidade de geração: 160 kW.
Etanol	Usina de extração de álcool de batata doce.
MCH	Aplicação: Projeto-piloto em 5 comunidades (cerca de 150 famílias) e implantação posterior em 40 comunidades extrativistas já cadastradas. Descrição: Diagnóstico do potencial hidrelétrico do Estado e projeto básico de 11 MCH (500 a 1000 kW) e 2 PCH (cerca de 5.000 kW cada).

* Gaseificador de biomassa desenvolvido pela Eletronorte em parceria com a Funpea/PA para a geração de energia em áreas isoladas, de simples operação, dotado de sistema automático de alimentação e de limpeza de grelha. Tem apresentado bons resultados.

Fonte: Apresentação de Ercio Lima (DE/EEG/EEGD/Eletronorte) em dezembro de 2006. Cedida pelo MME.

O centro de referência surgiu para centralizar os projetos que visassem buscar fontes renováveis para o desenvolvimento energético do Estado, por meio de modelos alternativos, sendo a maior preocupação o isolamento de comunidades tradicionais. Diante da complexidade das regiões mais distantes, o difícil acesso e a impossibilidade de se fazer um atendimento com rede convencional às comunidades isoladas, foi criado um grupo de trabalho (GT) – integrado por representantes do Governo do Estado do Acre, Eletroacre, Eletronorte, Universidade Federal do Acre (Ufac) e Fundação de Tecnologia do Acre (Funtac) – com o objetivo de buscar e assegurar a instalação de soluções tecnológicas e alternativas com o uso de fontes renováveis que garantam às comunidades tradicionais o acesso à energia, aos processos produtivos, à educação e à cidadania (*site* da Funtac).

ANEXO 2. Os projetos em curso

A pesquisa do estado da arte das tecnologias de produção de energia elétrica em comunidades isoladas, realizada para este trabalho, foi concluída com a compilação de uma série de projetos-piloto, oriundos das linhas de pesquisa apoiadas pelo Governo (projetos MME/CNPq), pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (projetos MME/CNPq/BID) e pelo Departamento de Desenvolvimento Energético da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia (DDE/SPE/MME), além dos projetos desenvolvidos por iniciativas acadêmicas, empresariais ou de ONGs.

Enquanto a Tabela A.2 enuncia os projetos que colaboram com o cumprimento das metas de eletrificação de sistemas isolados do Programa Luz para Todos, sobretudo na Amazônia Legal, por meio de convênios de cooperação técnica e financeira com instituições de todo o país, a Tabela A.3 lista os demais projetos-piloto, anunciados em entrevistas com pesquisadores do MME e em documentos provenientes dos centros de pesquisa envolvidos.

Tabela A.2. Projetos apoiados pelo DDE/SPE/MME

Entidade responsável	Convênios/ Portaria	Período	Fonte	Objetivo	Valor (R\$)
Unifei	12/2005 (C)	27/12/2005 a 27/12/2007	Micro central hidroelétrica	Instalação de micro central hidroelétrica, utilizando uma bomba funcionando como turbina acoplada a um gerador de indução	1.013.000,00
UFPA	8/2004 (C)	24/9/2004 a 4/10/2006	Mini central hidroelétrica	Implantação de uma mini central hidroelétrica de baixa queda na Amazônia	222.864,00
IDSME	11/2002 (C)	22/10/2002 a 27/2/2005	Oleaginosas	Geração de energia elétrica com óleos vegetais; valorização sustentável do potencial das oleaginosas e aumento de renda da comunidade	271.847,00

UFPA	31/2006 (P)	3/7/2006 a 2/7/2008	Mini central térmica	Projeto e construção de micro central térmica modular (com capacidade de 50 kW), acoplada a uma usina de extração de óleo vegetal, com capacidade para 100 kg/h, instalada sob uma plataforma flutuante que será deslocada para uma comunidade isolada da Ilha de Marajó	2.240.000,00
PUC-RS	8/2005 (C)	27/12/2005 a 27/6/2008	Fotovoltaico	Implementação de duas unidades geradoras de energia elétrica com módulos fotovoltaicos eficientes para futuras instalações em comunidades isoladas	311.975,00
Lactec	17/2004 (C)	21/12/2004 a 21/6/2006	Biogás	Implantação de um processo de gerenciamento e tratamento dos rejeitos da suinocultura, visando à produção do biogás para aproveitamento energético, bem como o desenvolvimento de um modelo sustentável para o aproveitamento dos resíduos, contribuindo para a recuperação da qualidade dos recursos hídricos da região de influência	520.000,00
UNB	4/2005 (C)	27/12/2005 a 26/3/2008	Biomassa	Aplicação da tecnologia de gaseificação de biomassa e posterior queima do gás em motores de combustão interna para geração de eletricidade em pequena escala para comunidades isoladas	1.461.500,00
UNI-SOL	5/2002 (C)	22/8/2002 a 18/5/2006	Fortalecimento	Identificação de modelos de gestão e concessão de sistemas energéticos adequados para comunidade isoladas da Amazônia	340.200,00

Unicamp	6/2002 (C)	25/10/2002 a 4/3/2005	Biogás	Desenvolvimento de uma bomba de calor acionada a biogás para utilização em processos de aquecimento e resfriamento em laticínios, visando à racionalização de energia em nível de produção leiteira	211.516,00
Unicamp	7/2002 (C)	25/10/2002 a 4/7/2005	Biomassa de rejeitos vegetais	Desenvolvimento de tecnologia para a produção de bio-óleo combustível por pirólise rápida de biomassa	447.900,00
UFPA	7/2004 (C)	24/9/2004 a 4/12/2005	Fortalecimento	Desenvolvimento de estudo técnico e econômico para implantação de usinas de co-geração de energia elétrica, utilizando rejeitos da indústria madeireira	286.304,00
Fapepe	15/2004 (C)	21/12/2004 a 20/12/2006	Fortalecimento	Fortalecimento Institucional do Centro Nacional de Referências em Pequenas Centrais Hidroelétricas para a realização de coletas e difusão de informações, programas, pesquisa, apoio à elaboração de políticas públicas e suporte à implementação laboratorial para estudos de planejamento e eficiência energética	2.296.340,00
Fapepe	16/2004 (C)	21/12/2004 a 22/6/2006	Eólica	Desenvolvimento e implantação de um banco de dados de vento, tendo como objetivo fornecer subsídios para a realização de análises de viabilidade técnica e econômica de empreendimentos na área de energia eólica. O banco de dados será acessado via internet	277.844,00
Instituto Xingó	30/2004 (C)	22/12/2004 a 23/6/2006	Fortalecimento	Desenvolvimento e implantação de sistemas de geração de energia elétrica com tecnologias renováveis no semi-árido do Nordeste	1.168.000,00

CERPCH	5/2005 (C)	27/12/2005 a 27/6/2007	Mini central hidroelétrica	Implantação de uma unidade-piloto de MCH em uma comunidade isolada (Novo Plano), na cidade de Chupinguaia, no Estado de Rondônia, com operação e manutenção auto-sustentada para atender até 50 famílias	969.000,00
Unir	6/2005 (C)	27/12/2005 a 26/12/2007	Oleaginosas	Produção de conhecimento, implementação, monitoramento e avaliação de um processo de produção de energia (eletricidade, calor e potência) com utilização de óleos vegetais como combustível	1.038.550,00
Cenbio	7/2005 (C)	7/12/2005 a 27/12/2007	Fortalecimento	Fortalecimento institucional do Cenbio, para a realização de coleta, catalogação e difusão de informações relativas à biomassa como fonte de energia. Relançamento da Revista Brasileira de Agroenergia	1.942.895,00
Renabio	9/2005	27/12/2005 a 27/3/2007	Fortalecimento	Promover um <i>link</i> entre instituições governamentais e não-governamentais, empresas, universidades, entidades de pesquisa, na área de biomassa para energia	433.600,00
Cenbio	10/2005 (C)	27/12/2005 a 27/12/2007	Biogás de resíduos urbanos	Implementar um sistema de geração de energia elétrica e iluminação, a partir de biogás proveniente do tratamento de resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário	1.251.250,00
Cenea	11/2005 (C)	27/12/2005 a 27/6/2007	Fortalecimento	Compra e instalação de um túnel de vento na cidade de Fortaleza para apoiar a nascente indústria de energia eólica que ora se estabelece na Região Nordeste	1.080.000,00

Ufac	13/2005 (C)	27/12/2005 a 27/12/2007	Fortalecimento	Implementar o núcleo de referência tecnológica em energias alternativas da Ufac para a utilização de fontes alternativas de energia	361.300,00
Unifacs	14/2005 (C)	27/12/2005 a 27/12/2007	Gaseificação com rejeitos da agricultura (mamona e dendê)	Utilização de resíduos da agricultura baiana, ligada à produção de biodiesel, para a geração de energia elétrica por meio da tecnologia de gaseificação (mamona, dendê, soja e algodão)	521.000,00
Lactec	15/2005 (C)	16/12/2005 a 27/1/2007	Biogás (rejeitos de equínos)	Implantação de um processo de gerenciamento e tratamento dos rejeitos de equínos no 1º Regimento de Cavalaria de Guardas, de Brasília, visando à produção do biogás para aproveitamento energético	513.000,00
Chesf	16/2005 (C)	27/12/2005 a 27/6/2007	Biogás	Estudo e instalação nas dependências da UFPE de um sistema integrado de produção de energia elétrica, constituído por um gaseificador e um motogerador e posterior instalação em uma comunidade	842.000,00
Fapepe	14/2006 (C)	27/12/2006 a 26/12/2007	Eficiência energética	Serviço de diagnóstico energético, projeto e execução de modernização energética do Mercado Municipal de Patos de Minas/MG	295.517,00

Fonte: Apresentação do MME no 2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas.

Tabela A.3. Lista dos projetos-piloto em curso e estágio atual

Nº	NOME DO PROJETO (ESTADO)	ESTÁGIO ATUAL
1	Turbina hidrocinética – Caranã/Rio Maracá (AP)	Implantado – inaugurado (novembro de 2006)
2	MCH – Cachoeira de Aruã (PA)	Implantado – inaugurado (novembro de 2006)
3	Queima de biomassa em caldeira. Turbina a vapor – Ilha de Marajó (PA)	Implantado – em fase de testes (dezembro de 2006)
4	Biodiesel – Médio Juruá (AM)	Em implantação – usina de biodiesel em teste. Usina de etanol encomendada (ja./fe. de 2007)
5	Biodiesel – São Francisco de Mainá (AM)	Em implantação – usina de biodiesel em teste
6	Sistema fotovoltaico – São Francisco de Aiucá	Implantado – inaugurado em 2005 (maio de 2007)
7	SHE eólico/solar/diesel – Tamaruteua (PA)	Implantado – em fase de constituição da associação (maio 2007)
8	SHE eólico/solar – Jalapão (TO)	Implantado – inaugurado (dezembro de 2006)
9	Queima de óleo vegetal <i>in natura</i> – Moju (PA)	Não implantado – mudança de localidade (ja./fe. de 2007)
10	Gaseificação de biomassa – São Francisco do Paroá	Em implantação – equipamentos comprados. Rede elétrica em negociação
11	SHE – Ilha de Lençóis (MA)	Em implantação – fase de instalação dos equipamentos (maio de 2007)
12	SHE – Vila de Sucuriju (AP)	Em implantação – equipamentos comprados. Rede elétrica em negociação (maio de 2007)
13	SHE solar/célula combustível – Centro de Pesquisas Canguçu (TO)	Em implantação – equipamentos comprados (importados). Sistema solar PV implantado (dezembro de 2006)
14	Enermad – Central termoelétrica	Em implantação – instalação dos equipamentos
15	Desenvolvimento local a partir do óleo de babaçu	Implantado – início do estudo em janeiro de 2006 e <i>miniusina</i> inaugurada em maio 2007
16	Provegam – kit de conversão para uso de óleo vegetal <i>in natura</i>	Implantado – inaugurado (novembro de 2005)
17	Provenat – sistema com kit de conversão para uso de óleo vegetal <i>in natura</i>	Em implantação – instalação dos equipamentos (maio de 2007)
18	Neram – desenvolvimento local a partir da gaseificação da biomassa de açaí	Em implantação – instalação dos equipamentos e treinamento (maio de 2007)
19	Gaseibras – gaseificação de biomassa	Em implantação – escolha do local de instalação
20	Produção de etanol a partir da batata-doce	Em implantação – execução de dezembro de 2006 a novembro de 2009

21	Queima de biomassa – motor Stirling	Não implantado – começo da fabricação previsto para janeiro de 2007
22	SHE solar/diesel – Vila de Campinas	Operando
23	SHE eólico/diesel – Comunidade de Praia Grande	Operação parcial – diesel. Falta de manutenção. Perspectiva de revitalização e expansão
24	SHE solar/diesel – Vila de Araras	Operando
25	SHE solar/eólico/diesel – Vila de São Tomé	Operando – Perspectiva de expansão
26	Produção de bio-óleo	Implantado – mini-usina montada (abril de 2006)
27	Biodiesel – Agropalma	Implantado – projeto iniciado em 2004
28	Sistemas fotovoltaicos – Xapuri (AC)	Em implantação – projeto-piloto 1 (maio de 2007)
29	Biodiesel – Maués	Em implantação
30	Sistemas fotovoltaicos – Ilha do Algodão, Paraty (RJ)	Implantado
31	Geração de energia elétrica utilizando biodiesel a partir da mamona e do pinhão manso – Fazenda Normal, Quixeramobim (CE)	Implantado – 3º fase do projeto de P&D (setembro de 2006)
32	Fogões ecológicos – municípios de Itapipoca, Pentecostes e Trairi (CE)	Implantado e prorrogado – sucesso verificado (setembro de 2007)
33	Secadores solares – Trairi e Paraipaba (CE)	Implantado
34	Sistemas de bombeamento com cata-vento	Implantado
35	Sistemas de bombeamento de água com uso de energia solar para a Caatinga	Implantado
36	Cercas eletrificadas com energia solar	Não implantado – em fase de estudo (pelo Ider)
37	Sistemas de geração de energia elétrica por conversão de energia solar para pequenos motores (CA) para a Caatinga	Em implantação
38	Biodigestores	Em implantação
39	<i>Gaseificador</i> estratificado a partir de biomassa – Município de Correntina (BA)	Em implantação
40	<i>Miniusinas</i> comunitárias de óleo vegetal (PR)	Implantado

Fonte: Relatórios técnicos de monitoramento e de avaliação cedidos pelo MME (entrevista com Roberto Amaral, no dia 29 de agosto de 2007) e sites dos centros responsáveis. Ver referências.

Descrição dos projetos da Região Amazônica

Como consequência da situação exposta ao longo do texto sobre a extensão da energia elétrica no Brasil, os projetos descritos limitar-se-ão à Região Amazônica. Os números dos projetos correspondem à listagem da Tabela 2.

Projetos MME/CNPq/BID

Os projetos-piloto descritos foram aprovados pelo Edital CT-Energ/MME/CNPq, na execução da Carta Acordo PNUD – Projeto BRA 99/011¹³ (relatório técnico do MME, janeiro de 2007), e avaliados pelo próprio MME, seguindo uma mesma metodologia. Os resultados da avaliação estão incluídos na descrição de cada projeto.

Nº 1: “Energia renovável para a reserva extrativista do Vale do Rio Maracá (AP)” – UnB

Objetivo: “Implantar um projeto demonstrativo de geração de energia elétrica a partir de energia cinética dos rios na reserva extrativista de Maracá e usar a energia gerada em conjunto com energia solar térmica na cadeia produtiva dos frutos da floresta, garantindo assim a sustentabilidade econômica da reserva” (MME, 2006 e 2007).

O sistema energético, constituído de uma turbina hidrocínética, possui potência de 1 kW e se destina a atender a demanda produtiva (secagem de castanha-do-Brasil) de uma comunidade extrativista situada no Rio Maracá, no Município de Mazagão. O sistema energético deverá atender diretamente a demanda produtiva da comunidade (600 W), a coletiva (200 W) e uma residência (200 W). Indiretamente, o projeto atenderá 48 famílias da reserva extrativista que farão uso do galpão de secagem da castanha – estufa (MME, 2006 e 2007).

Os resultados apresentados por essa tecnologia, fundamentais para enfrentar a realidade amazônica, podem ser resumidos em quatro atributos relacionados à operação e à manutenção do equipamento: *simplicidade, confiabilidade, robustez e baixo custo*. É possível relacionar os seguintes fatores limitantes da turbina hidrocínética para atendimento no âmbito do Programa Luz para Todos: i) *sítio propício* – esse ponto está ligado à relação *dimensão/potência* do equipamento: quanto maior a potência, maior o tamanho do equipamento, o que é limitado pelo tipo de aproveitamento; o sítio precisa atender aos requisitos de profundidade e de correnteza do projeto; ii) *custo da ligação por consumidor* – tem a ver com a relação *preço/potência* do

13 http://www.pnud.org.br/projetos/meio_ambiente/visualiza.php?id07=35.

equipamento e com a concorrência com a MCH; o benefício só pode ser maior do que o de um aproveitamento hidroelétrico (da MCH) se a potência obtida por este for desnecessária; essa avaliação deve ser feita juntamente com uma análise de impacto ambiental, ou seja, para escolher a melhor tecnologia, o projeto deve equacionar pelo menos três variáveis: o tamanho do aproveitamento; a demanda potencial e o impacto ambiental; iii) *capacidade de produção do fabricante* – não existe linha de produção que possa atender com relativa rapidez as encomendas; contudo, a produção modular e terceirizada pode facilitar, no futuro, a criação de uma indústria distribuída pelo país, com capacidade para dar respostas mais rápidas (MME, 2007).

A entidade denominada Associação dos Trabalhadores Agroextrativista do Assentamento do Maracá (Atexma) tem o propósito de gerir o sistema energético e o sistema produtivo, ambos proporcionados pelo projeto. Como a energia não atende a todas as residências, não haverá venda de energia, e será constituído um fundo rotativo por família/mês.

A gestão local do sistema energético está estreitamente relacionada às possibilidades de atendimento por parte da concessionária, com o custo do projeto, inclusive da geração de energia, e com a forma de ocupação espacial e exploração econômica do território pelos comunitários (MME, 2006 e 2007).

Figura A.1

Montagem da turbina em Caranã, Rio Maracá



Fonte: Ver referência 1, 2 e 7 (Relatório técnico do MME, novembro de 2006)

Este projeto apresenta excelentes condições técnicas e de gestão para atingir os objetivos a que se destina, em especial, o incremento da renda, por meio da agregação de valor à castanha-do-Brasil, principal atividade do assentamento extrativista. Os impactos socioeconômicos esperados deverão gerar as condições de sustentabilidade do projeto e, conseqüentemente, atender às necessidades do Programa Luz para Todos (encontrar alternativas energéticas limpas e sustentáveis e descobrir formas de gestão que envolva diretamente as comunidades pobres e muito isoladas da Região Amazônica) (MME, 2006 e 2007).

Nº 2: “Cachoeira de Aruã – um modelo energético sustentável envolvendo organizações de base comunitária” – Unifei

O objetivo é atender a carga residencial, produtiva e social, por intermédio de uma organização de base comunitária, numa proposta alternativa ao modelo institucional e regulatório vigente (MME, 2006 e 2007).

Segundo a proposta original, esses objetivos seriam alcançados com um modelo de gestão denominado Prisma, no qual a associação local assumiria o papel de Produtor Independente de Energia (PIE), vendendo energia em bloco para a concessionária que faria o papel de distribuidora (Lei das Oscips – Lei nº 9.790/00) (MME, 2006 e 2007).

A tecnologia proposta foi uma turbina hidroelétrica desenvolvida e produzida por uma fábrica de Santarém: a Indalma (MME, 2006 e 2007). Segundo o fabricante, esta máquina viabilizou o uso de micro central hidroelétrica em pequenas comunidades por reunir três pontos importantes: *grande rendimento em baixa queda* (pelo formato da capa em “v”, se consegue um direcionamento perfeito do fluxo de água até as palhetas do rotor, eliminando turbulências e atritos e proporcionando um deslizamento perfeito da potência hídrica); *estabilidade de rotação* (com um rotor de duplo tamanho e com grau diferenciado em que a parte maior tem ação de centrífuga quando sem carga e de guias quando com carga – consegue-se assim uma estabilidade de rotação capaz de responder as variações de potência com muito mais rapidez); *simplicidade* (devido à parte de distribuição ser feita pela capa, dispensando o uso de distribuidor e a fórmula de grau do rotor, foi possível dispensar também o uso de mecânica automática ou eletrônica para manter a rotação estável, tornando assim uma máquina de baixo custo de fabricação, vida útil maior e manutenção muito baixa) (*site* da Indalma, setembro de 2007).

O projeto Micro Central Hidroelétrica de Cachoeira de Aruã (PA) se configura como um projeto sustentável em todos os seus aspectos: técnico, de gestão e socioeconômico. A sustentabilidade se dá tanto se o projeto for tocado inteiramente pela associação local – projeto integrado de geração e distribuição –, e é dessa

forma que está sendo feito; como se for adotado o modelo original do projeto, no qual a geração fica por conta da associação, que venderia a energia em bloco para a concessionária distribuir. O arranjo institucional do projeto é um dos melhores entre aqueles aprovados pelo Edital CT-Energ (MME, 2006 e 2007).

Pode-se dizer que, com o modelo vigente, a sustentabilidade do sistema está praticamente garantida, pois há uma contraprestação pelo serviço: o pagamento por um preço equivalente à tarifa baixa renda da concessionária. Além disso, há um operador do sistema, membro da comunidade, treinado para realizar a manutenção mais simples e sendo remunerado por isso (MME, 2006 e 2007).

Figura A.2

Tomada de água: local de limpeza diária de folhas e galhos que descem pelo rio



Fonte: Ver referência 1, 2 e 7 (Relatório técnico do MME, novembro de 2006).

Nº 3: “Implantação de uma unidade de geração de energia elétrica pela queima de biomassa acoplada a uma usina de extração de óleo vegetal, fábrica de gelo e câmara frigorífica numa comunidade isolada na Ilha do Marajó” – UFPA

O projeto foi concebido como projeto energético e produtivo. Para sua gestão, foi proposta a criação de uma organização comunitária local, no caso, uma cooperativa (MME, 2006 e 2007).

O projeto visa atender, prioritariamente, as necessidades produtivas, o que requer uma planta de geração com capacidade para tanto e uma tecnologia (caldeira, turbina a vapor para queima de biomassa) apropriada para as condições da ilha. A proposta tecnológica (queima de biomassa em caldeira e/ou turbina a vapor) foi embasada na principal fonte de energia primária disponível de forma abundante na região: resíduos de madeira de serraria e de oleaginosas (MME, 2006 e 2007).

O sistema energético tem uma potência de 200 kW, distribuídos da seguinte forma: 150 kW de demanda produtiva (fábrica de gelo, 90 kW; fábrica de óleo vegetal, 60 kW; cargas parasitas, 30 kW); 15 kW de demanda coletiva (escola e centro comunitário); e 5 kW de demanda residencial (11 residências) e de uma planta industrial constituída por uma usina de extração de óleo vegetal e uma fábrica de gelo. Importante ressaltar que a logística para transportar o equipamento para o local do projeto foi bastante complexa e custosa (MME, 2006 e 2007).

Figura A.3

Vista dos três galpões: fábrica de gelo à esquerda; fábrica de óleo de buriti no centro (atrás da placa de identificação da obra); e a usina de energia à direita



Fonte: Ver referência 3, 8 e 13 - (Relatório técnico do MME, dezembro de 2006).

Nem todos os atributos essenciais – *simplicidade, confiabilidade, robustez e baixo custo* – exigidos para tecnologias adequadas a atender a comunidades isoladas na Amazônia podem ser identificados na caldeira e/ou turbina a vapor. Em primeiro

lugar, há que se destacar o custo elevado do investimento. O custo de operação e o de manutenção também são maiores, quando comparados com a MCH e a hidrocíntrica.

Confiabilidade e robustez podem ser atributos do sistema, contudo, ainda não existem informações consolidadas sobre o comportamento desses dois itens no contexto de uma comunidade isolada. Quanto à *simplicidade*, não se pode conferir esse atributo a um sistema térmico, de grandes dimensões, alimentado por biomassa e que conta com três partes: caldeira, turbina e gerador (MME, 2006 e 2007).

A gestão do sistema energético é integrada (geração/distribuição), com a energia sendo vendida pela cooperativa aos usuários por um preço equivalente à tarifa da concessionária estadual, inclusive com classes de consumo. Não está descartada a separação das funções, deixando a distribuição com a concessionária, e a cooperativa fazendo o papel de Produtor Independente de Energia (MME, 2006 e 2007).

Contudo, esse projeto não é facilmente replicável, sobretudo pelo custo do investimento. Ademais, exige condições específicas para a sua implantação (não só presença de resíduos de biomassa), resultado de manejo florestal ou agrícola e reais possibilidades de agregar valor à produção existente (MME, 2006 e 2007).

A proposta deste projeto não poderá ser replicada de maneira integral no âmbito do Programa Luz para Todos, uma vez que o programa não admite projetos elaborados com recursos para fins produtivos¹⁴, a menos que tais recursos sejam oriundos de outros programas de Governo ou de doações de instituições privadas ou multilaterais. Para o caso da Região Amazônica essa seria a melhor solução, ou seja, associar o Programa Luz para Todos com outros programas ou projetos, produtivos e sociais. Dessa forma, as ações integradas efetivas podem dar materialidade ao Inciso III do Art. 5º do Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003, que instituiu o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – “LUZ PARA TODOS”, que define como uma das prioridades do programa os “projetos de eletrificação rural que enfoquem o uso produtivo da energia elétrica e que fomentem o desenvolvimento local integrado” (MME, 2006 e 2007).

Nº 4: “Produção sustentável de Biodiesel a partir de oleaginosas da Amazônia em comunidades isoladas da reserva extrativista do Médio Juruá” – Ufam

¹⁴ Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003: Art. 1º - Fica instituído o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - “LUZ PARA TODOS”, destinado a propiciar, até o ano de 2008, o atendimento em energia elétrica à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não possui acesso a esse serviço público.

O projeto se propõe a produzir o biodiesel, na comunidade do Roque – localidade isolada às margens do Juruá, no Município de Caruaru, no Estado do Amazonas –, para tender carga produtiva, coletiva e residencial desta comunidade.

É constituído por uma usina de produção de biodiesel que contempla as seguintes unidades de processamento: i) unidade de tratamento de óleo vegetal (composta de equipamentos para filtragem, secagem, neutralização da acidez, *degomagem e branqueamento*); ii) micro-destilaria para a produção de etanol; iii) reator de biodiesel com capacidade para realizar a reação de uma batelada em 2 horas (MME, 2006 e 2007).

Dos atributos essenciais escolhidos para conferir viabilidade aos projetos isolados de atendimento na Amazônia – *simplicidade, confiabilidade, robustez e baixo custo* – nenhum se aplica a esse projeto de geração (MME, 2007).

A produção de biodiesel não é *simples*, nem os resultados do processo de reação são inteiramente confiáveis, pois são muitas as variáveis envolvidas, o que dificulta a elaboração de procedimentos padronizados no processo industrial (acidez do óleo; proporção do catalisador frente aos níveis de acidez; proporção de água no etanol; decisão de reação por *esterificação* – com uso do catalisador ácido em vez de *transesterificação*; qualidade do biodiesel produzido, etc.). Dessa forma, é muito difícil imaginar a operação dessa usina por pessoas sem a qualificação necessária (MME, 2007).

Com relação à *robustez*, são muitas unidades de processamento, com muitas funções, às vezes até simultânea. Além dos reatores, há várias bombas e junções de tubulações, o que significa muitas paradas para manutenção e até mesmo por quebra de peças, de difícil reposição. Pelas razões expostas, a manutenção de um sistema energético desse tipo, incluindo o comportamento do grupo gerador diesel, ao receber biodiesel, não pode ser qualificada como de baixo custo (MME, 2007).

O novo combustível (biodiesel) não alterará o atendimento energético da comunidade que já é realizado hoje pelo grupo gerador diesel existente de 40 kW. Não obstante, a concepção do projeto é muito positiva, não só pela internalização da renda anteriormente destinada à compra de óleo diesel, como também pela utilização de energia renovável na produção de um bem associado ao conceito de sustentabilidade e meio ambiente. O projeto poderá, inclusive, agregar *valor ambiental* à produção de óleo vegetal (MME, 2006 e 2007).

Todo o projeto energético, assim como o produtivo, será gerenciado pela Cooperativa de Eletrificação Rural e Agroextrativista da Reserva Extrativista do Médio Juruá (Codaemj). A divisão de trabalho estabelecida pelo projeto fica assim: o Roque (município) fornece o óleo de urucuri para Nova Esperança (outro município); este produzirá o etanol e o biodiesel e fornecerá o combustível gerado para o Roque, que fará uso dele para alimentar o sistema produtivo existente e para atender aos domicílios do local (MME, 2006 e 2007).

Figura A.4

Montagem do equipamento (dificuldade de instalação)



Fonte: Castro, 2007 (IX Jornada IICA/Fórum DRS).

Nº 5: “Geração de energia a partir de oleaginosas da Amazônia (São Francisco de Mainá)” – IME

O projeto se propõe a produzir biodiesel na comunidade de São Francisco do Mainá, em Manaus, utilizando o dendê como matéria-prima (cedido pela Embrapa durante 2 anos a custo zero), e contempla um reator (*de transesterificação*), com capacidade para realizar 1.000 litros/dia de biodiesel, o etanol, comprado no mercado local, e um gerador diesel de 55 kW (já existente) (BARRETO *et al.*, 2007).

Figura A.5

Transporte da planta de biodiesel



Fonte: Gonzalez, 2007 (IX Jornada IICA/Fórum DRS).

O sistema energético tem uma potência distribuída da seguinte forma: 10 kW de demanda produtiva; 6 kW de demanda coletiva e 35 kW de demanda residencial (34 residências) (BARRETO *et al.*, 2007).

A gestão é realizada pela associação de moradores. O modelo comercial inclui a venda de pescado congelado, de sabonetes, de artesanato e o ecoturismo (BARRETO *et al.*, 2007).

O projeto esteve entre os 5 finalistas do *II Prêmio Melhores Universidades – 2006*, organizado pela Editora Abril e pelo Banco Real (BARRETO *et al.*, 2007).

Nº 6: “Sistemas fotovoltaicos domiciliares. Projeto-piloto de aplicação da Resolução Aneel nº 83/2004 em São Francisco de Aiucá (AM)” – USP

O objetivo principal do projeto é eletrificar 19 residências de uma comunidade ribeirinha da Amazônia, utilizando, para tanto, sistemas fotovoltaicos domiciliares (SFD) na classe de atendimento SIGFI13 (disponibilidade mensal de 13 kW/h, 127 V, senoidal pura em 60 Hz) com um banco de duas baterias por residência (USP, 2007).

Figura A.6

Sistema fotovoltaico domiciliar SIGFI13 na Comunidade São Francisco de Aiucá (AM)



Fonte: Ver referência 14 (2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME).

A gestão é feita pela constituição de uma associação local (a Associação dos Usuários dos Sistemas de Eletrificação Rural Fotovoltaica) com um regulamento discutido em assembléia na comunidade. Foi aceito um custo de adesão por domicílio de R\$ 150,00 e um preço de serviço/fundo de operação e manutenção de R\$ 15,00/mês por domicílio. Houve a realização de um curso de capacitação dos usuários e treinamento de técnicos locais (USP, 2007).

Alguns dos benefícios relatados pelos usuários dos SFDs foram: melhoria na qualidade da iluminação e do ar no interior das residências; melhor atendimento das mães aos bebês no período noturno; maior segurança aos pescadores no preparo dos seus materiais de trabalho na madrugada; maior comodidade para as refeições noturnas. É importante notar o interesse de alguns comunitários no aprimoramento de seus conhecimentos nos SFDs instalados, o que evita altos custos de deslocamento até a comunidade (USP, 2007).

Segundo os responsáveis pelo projeto, o modelo de gestão com a participação dos usuários mostrou-se adequado. A logística de transporte requer planejamento cuidadoso, e o atendimento em corrente alternada amplia as opções de equipamentos de usos finais em energia elétrica (USP, 2007).

Nº 7: “Revitalização do SHE fotovoltaico eólico/diesel da Comunidade de Tamaruteua, Município de Marapanim/PA” – UFPA

Trata-se de um projeto de revitalização¹⁵ proposto pela Gedae/UFPA, com o apoio financeiro do MME e com a participação da Rede Celpa, Arcon/PA e Prefeitura Municipal de Marapanim. A proposta original contemplava a repotenciação e substituição dos equipamentos e a adoção de um sistema eletrônico pré-pago, com o uso de cartão magnético, para resolver o problema da gestão (MME, 2006 e 2007).

Apesar de o projeto ser irretocável, do ponto de vista da engenharia, os atributos essenciais exigidos para tecnologias que possam atender a comunidades isoladas na Amazônia, já citados aqui em várias oportunidades (*simplicidade, confiabilidade, robustez e baixo custo*), não estão em seu conjunto presentes na proposta do sistema híbrido. Embora todo o sistema seja gerenciado eletronicamente – entrada e saída automática de um ou outro equipamento em função de presença ou ausência de

15 O projeto inicial foi concebido e implantado, em 1995, pelo mesmo grupo Gedae/UFPA (Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas da Universidade Federal do Pará). Contudo, o projeto fracassou quando a bateria atingiu sua vida útil. As causas desse fracasso foram atribuídas aos comunitários, que não souberam fazer a gestão do sistema (como não constituir um fundo rotativo para substituição das baterias, etc.).

uma das fontes primárias de energia – e exija pouca intervenção humana, há uma complexidade que exige mão-de-obra qualificada para operá-lo quando necessário, sobretudo para realizar as manutenções (MME, 2006 e 2007).

Podemos apenas identificar no sistema analisado a confiabilidade, mesmo assim, considerando um excelente mecanismo de gestão. A *robustez* do sistema fica prejudicada pela quantidade de equipamentos, tanto de captação de energia primária, quanto de armazenamento e inversão de corrente; ainda, pela existência do grupo gerador diesel. A *simplicidade* está no gerenciamento eletrônico, o que não ocorrerá quando houver algum problema com um dos equipamentos de geração e/ou com o equipamento de controle. Por sua vez, não há *baixo custo* na operação e na manutenção do equipamento, tanto por não haver robustez e simplicidade, quanto por exigir periodicamente troca do equipamento de armazenamento de energia (MME, 2006 e 2007).

A complexidade operacional do sistema não permite a retirada ou ausência de uma instituição com competência técnica para fazer a gestão do mesmo. Ou seja, essa é uma solução típica para profissionais do setor elétrico: a própria concessionária ou um produtor independente de energia com autorização para operá-lo (MME, 2006 e 2007).

O cartão magnético com os créditos de consumo é vendido por um preço que deverá cobrir as despesas com operação e manutenção, mas não as despesas com combustível, que ficará a cargo da prefeitura municipal (MME, 2006 e 2007).

Figura A.7

Sistema pré-pago



Fonte: Ver referência 14 (2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME).

Esse projeto não foi concebido para a elaboração de um plano de desenvolvimento local que buscasse implantar novas atividades ou acrescentar valor às existentes. Uma das principais dificuldades dos beneficiários, pescadores artesanais, é a de obter renda para pagar o consumo de energia. Ademais, a dependência do funcionamento do sistema revela, em relação à prefeitura municipal, quando ausentes sol e vento – escassos na mesma época do ano – a *insustentabilidade* do projeto (MME, 2006 e 2007).

O que o projeto necessita para ser sustentável é a colaboração e o comprometimento da comunidade com o mesmo. Uma alternativa que já se desenha, e que pode vir a ser a solução, é a concessionária de energia elétrica (do Estado) assumir a gestão do sistema. Neste caso, com as devidas flexibilizações das condições de fornecimento, por meio de ato *autorizativo* da Aneel, o projeto-piloto poderá apresentar condições de sustentabilidade, mesmo porque passará a receber subsídios cruzados e CCC. O projeto ganhará interesse maior, e os resultados por ele gerados resultarão em grande contribuição para a adoção de sistemas híbridos na Região Amazônica, como forma de redução da CCC (MME, 2006 e 2007).

Nº 8: “Instalação de uma pequena central eólica/solar para geração de energia elétrica em uma pequena localidade rural” – Ulbra

Esse projeto foi desenvolvido em Boa Esperança, no Jalapão (TO), pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (Ceulp/Ulbra). A proposta do sistema técnico de geração é híbrida, composta por painéis fotovoltaicos, *aerogeradores* e um banco de baterias. Esse projeto aproveitou um plano de desenvolvimento local elaborado por especialistas do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Entretanto, não prosperou (MME, 2006 e 2007).

O projeto técnico não atende aos requisitos necessários para atendimento de comunidades isoladas da Amazônia, principalmente devido à falta de organização da comunidade beneficiada, caso particular do projeto (MME, 2007).

Projetos MME/CNPq

Nº 9: “Programa para geração de energia na Amazônia com uso de óleos vegetais por meio de adaptação de motores já existentes movidos a diesel”

O *kit* de conversão é a novidade tecnológica apresentada pelo projeto. Segundo a instituição executora, a relevância desse projeto é o de possibilitar o desenvolvimento de um *kit* de conversão inteiramente nacional, que possa operacionalizar qualquer

grupo gerador desativado e abandonado nos confins da Amazônia ou implantar novos grupos geradores em comunidades isoladas, utilizando óleos vegetais produzidos no local. O *kit* vem sendo desenvolvido pelo Cenbio em parceria com a Coppe e a Embrapa Amazônia Oriental desde 2002 (MME, 2006 e 2007).

Nº 10: “Gaseificação de biomassa em São Francisco do Paroá” – Ufam

Este projeto representa uma das aplicações do projeto Neram. A tecnologia estudada é a gaseificação do caroço do açaí (disponível em abundância nas vizinhanças), comprado a R\$ 2,20 o quilo. O sistema energético tem uma potência de 80 kW, distribuídos da seguinte forma: 15 kW de demanda produtiva (processamento da polpa do açaí); 5 kW de demanda coletiva (escola, igreja, centro comunitário, abastecimento de água) e 40 kW de demanda residencial (BARRETO *et al.*, 2007).

A gestão é feita pela cooperativa local. A operação e a manutenção são de responsabilidade da mão-de-obra local em parceria com a concessionária. O modelo comercial incluía comercialização da polpa do açaí (BARRETO *et al.*, 2007).

Nº 11: “SHE de geração elétrica sustentável para a Ilha dos Lençóis, Município de Cururupu (MA)” – Ufma

Este projeto, proposto pela Fundação Sousem de Apoio à Universidade Federal do Maranhão (FSADU) ao MME – e tendo a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) como instituição executora –, ainda não foi implantado.

Tem o objetivo de atender a uma comunidade isolada localizada em uma ilha na costa do Maranhão, pertencente à reserva extrativista de Cururupu. O projeto proposto contempla também a implantação de um empreendimento produtivo: uma fábrica de gelo, com capacidade de produção de 2,7 toneladas de gelo em escama para uma jornada de 24 horas, com consumo de 84,96 kWh/tonelada e demanda de 10 kW. A gestão do projeto seria realizada pela própria comunidade, que teria sua renda aumentada com a fábrica de gelo proposta no projeto (MME, 2006 e 2007; UFMA, 2007).

O projeto se assemelha àquele implantado na Ilha de Tamaruteua, com exceção do sistema de pré-pagamento (MME, 2006 e 2007; UFMA, 2007).

Nº 12: “Eletrificação da Vila de Sucuriju (AP) com SHE” – UFPA

Este projeto, atualmente em implantação na vila de Sucuriju, Município de Amapá (AP), conta com o apoio financeiro do CT-Energ/MME/CNPq e com a participação da CEA (BARRETO *et al.*, 2007; BARBOSA *et al.*, 2005).

O sistema energético está formado por um conjunto de módulos fotovoltaicos com capacidade de 10 kWp, duas turbinas eólicas de 15 kW, dois grupo geradores de 30 kW cada e um banco de baterias de 2.100 Ah. A rede elétrica está em fase de negociação com a CEA/AP que deve responder pela demanda coletiva (escola, centro comunitário, abastecimento de água), e pela demanda residencial e produtiva (conservação do pescado) (BARRETO *et al.*, 2007; BARBOSA ., 2005).

Figura A.8

Eletrificação da Vila de Sucuriju com SHE



Fonte: Ver referência 14 (2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME).

A proposta original prevê uma gestão integrada por intermédio da associação local (ONG). De forma alternativa, a gestão da geração/distribuição poderia ser feita pela concessionária com um serviço pré-pago (BARRETO *et al.*, 2007; BARBOSA *et al.*, 2005).

Após o término de sua implantação, o sistema se constituiria como o maior SHE solar/eólico/diesel da região, suprimindo as – aproximadamente – 80 unidades consumidoras e um sistema de dessalinização de água (PEREIRA *et al.*, 2003. In: BARBOSA *et al.*, 2005).

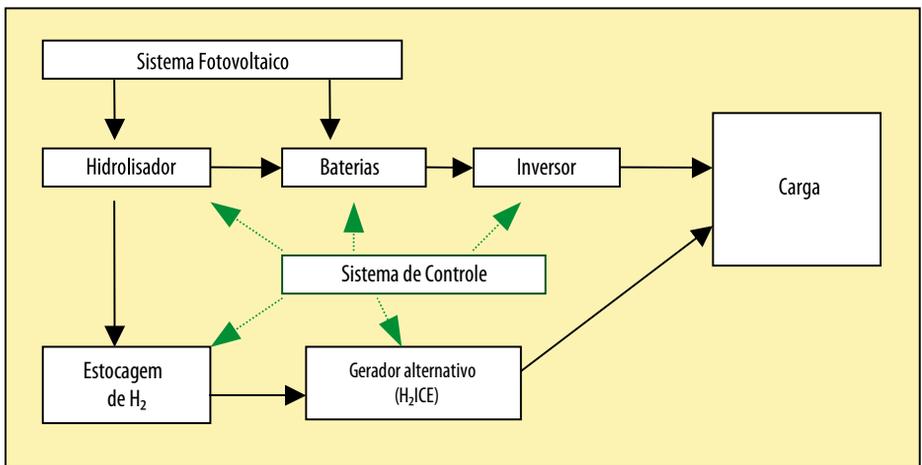
Nº 13: “Gestão energética para o desenvolvimento sustentável – Centro de Pesquisas Canguçu” – UFT

Projeto concebido para viabilizar um centro de pesquisas (Centro de Pesquisas Canguçu) a ser gerido pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) (MME, 2006 e 2007).

A tecnologia híbrida – sistemas fotovoltaicos com célula combustível – é bastante complexa e cara, não se enquadrando em nenhum daqueles atributos necessários a uma tecnologia para atendimento de comunidades isoladas (*simplicidade, confiabilidade, robustez e baixo custo*). Contudo, é necessário salientar que o comportamento da tecnologia fotovoltaica utilizada (silício amorfo de filme fino) deve ser observado cuidadosamente, pois apresenta algumas vantagens em relação à tecnologia de silício policristalino ou monocristalino, como custo, resistência e maleabilidade. Isoladamente, essa tecnologia atende aos requisitos acima citados. Importante frisar que a escolha da tecnologia fotovoltaica de filmes finos, silício amorfo, foi determinada pela *robustez* que oferece e conseqüentemente pela pouca necessidade de manutenção (MME, 2006 e 2007).

Figura A.9

Organograma funcional dos equipamentos



Fonte: Ver referência 3, 8 e 13 (Relatório técnico do MME, dezembro de 2006).

Para o Programa Luz para Todos, trata-se de um projeto que pouco tem a ensinar quando se trata de atender a comunidades *off grid*. O projeto será gerido, depois de implantado, pela própria universidade. A proposta é atender a um centro de pesquisa isolado, também num contexto amazônico, que possui moradores transitórios e permanentes. O projeto pode ter uma grande utilidade no âmbito do Programa Luz para Todos, pois existem muitos centros de pesquisa no interior da Amazônia, em locais de difícil acesso, que muito provavelmente não receberão energia elétrica da rede convencional. Este projeto poderá então indicar um caminho para o atendimento desses centros, tanto do ponto de vista tecnológico quanto de gestão (MME, 2006 e 2007).

Figura A.10

Ilustração do hidrolisador e reservatório de hidrogênio



Fonte: Ver referência 3, 8 e 13 (Relatório técnico do MME, dezembro de 2006).

Iniciativas acadêmicas

Nº 14: “Implantação de um sistema de manejo florestal sustentável e de uma central termelétrica de 200 kW, com o uso de resíduos de madeira, em uma indústria madeireira localizada na região norte do país” – Cenbio/USP

O projeto (financiado pelo Ministério de Minas e Energia e pelo CNPq) tem como objetivo instalar um ciclo a vapor de 200 kW em uma comunidade isolada da Região Amazônica. O ciclo a vapor será alimentado com os resíduos de uma serraria existente na comunidade. O projeto tem também como objetivo treinar e capacitar os moradores da comunidade na operação e na manutenção do sistema, bem como desenvolver um modelo de sustentabilidade para cobrir os custos de operação e de manutenção (*site* do Cenbio, setembro de 2007).

Figura A.11

Projeto Enermad



Nº 15: “Implementação de energia elétrica para interferência na qualidade de vida de uma localidade isolada: estudo de caso da reserva extrativista do Rio Ouro Preto (RO)”

Apresentado em 2005 pelo Grupo de Pesquisa Energia Renovável Sustentável (GPERS) da Fundação Universidade Federal de Rondônia (Unir), em conjunto com a Universidade Federal do Amazonas (Ufam) e a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), junto ao Ministério de Minas e Energia (MME), este projeto foi aprovado e iniciado em janeiro de 2006.

Teve como proposta a continuação das atividades do projeto “Óleo vegetal como combustível para energia elétrica em pequenos aglomerados de Rondônia como forma de geração de renda”, financiado inicialmente pelo Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da empresa de energia elétrica Termonorte do Brasil, autorizado pela Aneel, com o início das atividades em abril de 2004.

O envolvimento da comunidade se deu por intermédio da Associação dos Seringueiros do Baixo Rio Ouro Preto (Asaex), com o apoio incondicional do Centro Nacional de Populações Tradicionais (CNPT/Ibama) (*site do projeto*¹⁶).

16 <http://www.gpers.unir.br/resex/index.html>.

Figura A.12

Extração de óleo da reserva extrativista de babaçu



Fonte: <<http://www.gpers.unir.br/resex/index.html>>.

Os objetivos do projeto são a auto-suficiência energética de comunidades isoladas; melhoria da qualidade de vida em reserva extrativista; diminuição de emissão de poluentes e diminuição do aquecimento global. Os resultados alcançados no projeto da reserva extrativista do Rio Ouro Preto em Guajará-Mirim (RO) são geração de eletricidade com óleo vegetal *in natura* (óleo de babaçu); produção de sabonete, de farinha de mesocarpo do babaçu, de papel da casca do babaçu, de carvão do coco de babaçu; organização social de cooperativa de eletrificação rural; disponibilidade de eletricidade para *freezer*, *despolpadeira*, triturador e outros; organização da produção por cooperativa (Cooperativa Energética Agro-Extrativista Nossa Senhora do Seringueiro – Cooperaex) (*site do projeto*¹⁷).

Nº 16: **Provegam – “Implantação e teste de uma unidade de demonstração de utilização energética de óleo vegetal” – Cenbio/USP**

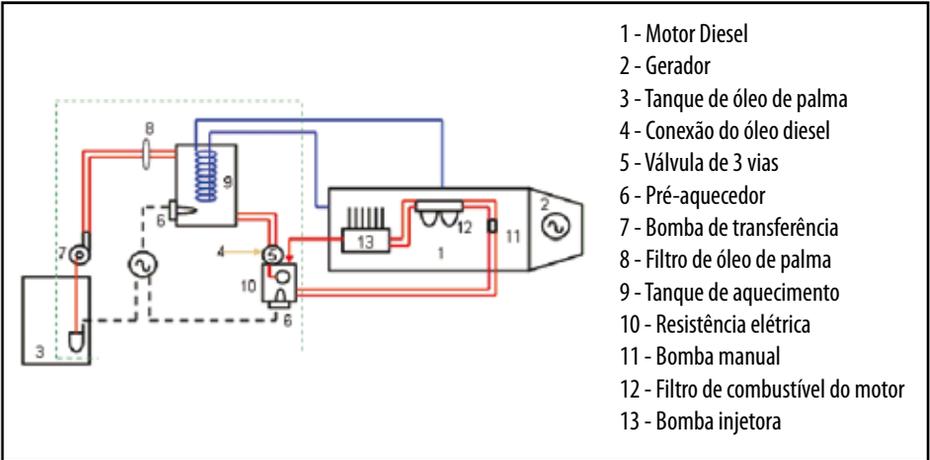
Financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o projeto Provegam objetivou expandir o fornecimento de energia elétrica em comunidades isoladas, valendo-se da instalação de um grupo-gerador diesel convencional de 115 kVA, adaptado para funcionar com óleo de palma *in natura* em condições operacionais de campo. Pretendeu-se, com isso, determinar as modificações necessárias ao óleo e ao motor, permitindo, assim, a reprodução dos resultados em comunidades isoladas da Região Amazônica. O motor encontra-se instalado na Vila Soledade, Município de Moju, Pará (*site do Cenbio*, setembro de 2007; COELHO *et al.*, 2005).

17 <<http://www.gpers.unir.br/resex/index.html>>.

O sistema de alimentação, que passou a ser chamado de *kit* de conversão, também acumula a função de reduzir a viscosidade do óleo de dendê *in natura* por meio de aquecimento, utilizando a água de arrefecimento do motor como trocador de calor. Para o efeito, o sistema de alimentação é equipado com um reservatório de óleo diesel e outro de óleo de dendê, além de válvulas, sensores, medidores e tubulações (site do Cenbio, setembro de 2007; COELHO *et al.*, 2005).

Figura A.13

Kit de conversão do projeto Provegam



Fonte: <www.cenbio.org.br/pt/provegam.htm>.

Para localidades como as comunidades isoladas da Amazônia, e para o uso em sistemas estacionários de geração de energia, os óleos vegetais são uma opção a considerar, mesmo implicando maior custo de manutenção. Os custos de operação e manutenção são mais altos do que o custo de operação do grupo-gerador com óleo diesel. No entanto, continua sendo viável a utilização do óleo de dendê nos locais em que a população possa produzir seu próprio combustível e que o óleo diesel chega com um alto custo.

O custo de transporte do óleo diesel até a essas comunidades chega a duplicar o seu preço de venda em relação aos grandes centros. Já o custo de produção do óleo de dendê situa-se em menos da metade do preço do óleo diesel. O baixo custo de implantação, em relação a alternativas outras, pode compensar o custo de manutenção, que pode ser reduzido com a implementação de um sistema conveniente de limpeza do óleo (site do Cenbio, setembro de 2007; COELHO *et al.*, 2005).

Nº 17: Provenat – “Programa para geração de energia a partir de óleos vegetais na Amazônia através da adaptação de motores a diesel existentes” – Cenbio/USP e Coppe/UFRJ

O projeto Provenat é uma parceria entre o Cenbio (Centro Nacional de Referência em Biomassa) do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) da Universidade de São Paulo (USP); a Coppe/UFRJ (Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro), a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias) e Celpa (Centrais Elétricas do Pará), além da Prefeitura Municipal de Moju e da empresa MWM.

O projeto tem como objetivo central implantar um sistema de geração e de distribuição de eletricidade de um motor diesel convencional, equipado com um *kit* de conversão, desenvolvido e aprimorado no Brasil, para utilizar óleo de palma *in natura*, como combustível, na comunidade de Santa Maria do Mirindeua, Município de Moju (PA). Intenciona também o desenvolvimento de um *kit* de conversão inteiramente nacional, permitindo, assim, operacionalizar qualquer grupo gerador desativado e abandonado na Amazônia ou implantar novos grupos em comunidades isoladas, utilizando óleos vegetais produzidos no local. É também objetivo a criação de um modelo para suprimento de energia nestas comunidades, incluindo análises da viabilidade técnica e econômica e dos aspectos sócio-ambientais (*site* do Cenbio, setembro de 2007).

O Projeto Provenat foi contemplado com o 3º lugar do prêmio “Professor Samuel Benchimol”, 2005, na categoria ambiental (*site* do Cenbio, setembro de 2007).

Nº 18: “Projeto Neram – Modelo de negócio de energia elétrica em comunidades isoladas na Amazônia”

O projeto Neram, em andamento no CDEAM (Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico), é financiado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). Tem por objetivo estabelecer um modelo de eletrificação rural associado à geração de renda e pautado na utilização sustentável de recursos locais para as comunidades isoladas na Amazônia, visando a sustentabilidade e a *replicabilidade* do processo.

Financiado pelo Ministério de Minas e Energia, por intermédio do CNPq, no âmbito do programa Luz Para Todos, possui, em consonância com recomendações do Banco Mundial, uma orientação de mercado, pois, propõe engajamento da comunidade em atividades produtivas para a geração de renda devido aos produtos processados (polpa de açaí) e à energia elétrica (como cooperativa agrícola).

A fim de garantir uma alta eficiência e a viabilidade financeira do processo, os resíduos do processamento são aproveitados para a geração de eletricidade, que se baseia na gaseificação de biomassa (caroço de açaí) como tecnologia de conversão. Com o intuito de garantir a transferência de tecnologia, o projeto propõe que o equipamento adaptado seja produzido em Manaus (BACELLAR *et al.*, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2006; NERAM, 2007).

Figura A.14

Projeto Neram



Fonte: Ver referência 14 (2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME).

O projeto Neram inclui as seguintes atividades: demonstração de um sistema de gaseificação do caroço do açaí, em escala comercial; implantação de 12 km de rede elétrica; incremento da renda da população local através do beneficiamento dos produtos (no caso, o açaí) associado à produção de eletricidade; capacitação de pessoas da comunidade para o gerenciamento dos recursos e da produção, gestão de negócios, manutenção dos equipamentos e contabilidade; constituição de uma cooperativa para comercialização de produtos e organização da produção; constituição de pessoa jurídica para produção e comercialização de eletricidade (BACELLAR *et al.*, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2006; NERAM, 2007).

A Cooperativa Energética e Agro-Extrativista Rainha do Açaí (Ceara) foi constituída pelo grupo do projeto Neram. Os cooperados – responsáveis pela coordenação das atividades produtivas e de comercialização desenvolvidas – são moradores de todas as comunidades da área de abrangência do projeto (BACELLAR *et al.*, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2006; NERAM, 2007).

Em termos de comercialização de energia elétrica, esta sociedade é definida como cooperativa agrícola que comercializa a energia elétrica como subproduto. O produto principal é a polpa de açaí. Este arranjo foi determinado como aquele de maior viabilidade financeira comparativamente às opções de cooperativa de eletrificação rural e produtor independente. Esta cooperativa irá vender a energia elétrica para a Ceam, que vai ser responsável pela rede de distribuição, pela comercialização e por prover o processamento do açaí com eletricidade (BACELLAR *et al.*, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2006; NERAM, 2007).

A utilização de cadeia produtiva do açaí como geradora de renda para as comunidades a serem atendidas pelo projeto Neram apresenta-se com enorme potencial. As análises de investimento demonstraram alguns resultados animadores que induzem à conclusão da viabilidade de implantação do empreendimento. Dentre esses resultados, ressaltam-se (BACELLAR *et al.*, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2006; NERAM, 2007):

- a) **geração de empregos diretos.** A produção de polpa de açaí necessita empregar, em média, nove pessoas, que, naturalmente, são os residentes na comunidade (ou comunidades vizinhas) em que a planta será instalada;
- b) **garantia de venda do açaí *in natura*.** Devido à necessidade premente de caroço para a produção de energia e devido à maior capacidade instalada de equipamentos (maior até do que a produção extrativista), as famílias que trabalham na extração do açaí terão garantia de venda de sua produção;
- c) **pagamento do investimento.** A cooperativa, caso tivesse que financiar, poderia liquidar o financiamento dos investimentos em 60 meses, ficando, a partir daí, com a disponibilidade de R\$ 6.667,96 mensais para aplicação nos mais variados fins (no caso do projeto Neram, a cooperativa receberá a agroindústria totalmente pronta, incluindo equipamentos e móveis, como doação);
- d) **disponibilidade de recursos financeiros.** Mensalmente a cooperativa contará com recursos advindos dos fundos de reserva e social que poderão ser aplicados em melhorias da própria cooperativa e das comunidades;
- e) **aumento de renda.** Os cooperados contarão com a possibilidade de geração de renda para as famílias no valor total de R\$ 6.667,96 mensais, a contar do início da produção, ou do sexagésimo primeiro mês, caso necessite pagar o investimento;

- f) **incentivo à extração do açaí.** A garantia de venda da produção, sem o poder do atravessador, com preços justos e facilidade de escoamento, estimula os grupos familiares a produzir.

Para assegurar os resultados positivos do empreendimento, é imprescindível que se tenham níveis de produção compatíveis com as hipóteses adotadas, além de uma estratégia adequada para a venda, pois a suscetibilidade quanto ao preço é muito grande. Em outras palavras, é preciso garantir o fornecimento da fruta em quantidade igual ou superior a 50 toneladas por mês, e que o preço praticado seja, no mínimo, R\$ 2,50 por quilograma da polpa, sob pena de inviabilizar tanto a geração de energia quanto à própria fábrica de polpa.

Uma possível estratégia para a política de preços é estabelecer parcerias de venda com redes de supermercados e restaurantes, possibilitando ganhos para ambos os lados: para a cooperativa, com preços mínimos definidos; para os compradores, com abastecimento e preço constante, mesmo na entressafra. Há ainda que se ressaltar o uso em *marketing* das empresas que venham a comprar produtos advindos da cooperativa, explorando o cunho social.

Quanto à quantidade de açaí *in natura* a ser disponibilizada para a cooperativa, dependerá da capacidade de agregar o maior número possível de núcleos familiares extrativista dessa fruta como cooperados, além do aumento de produtividade dessas famílias (BACELLAR *et al.*, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2006; NERAM, 2007).

Nº 19: Gaseibras – “Nacionalização da tecnologia de gaseificação de biomassa e formação de recursos humanos na Região Norte” – Cenbio/USP

Aprovado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Ministério de Minas e Energia (MME), o projeto Gaseibras propõe o uso da biomassa – na qualidade de fonte sustentável capaz de incentivar atividades econômicas locais e de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis – como solução à questão energética. O Cenbio desenvolverá o projeto Gaseibras com o apoio das seguintes instituições: Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), Universidade de Campinas (Unicamp) e Biomass Users Network do Brasil (BUN) (*site* do Cenbio, setembro de 2007; COELHO *et al.*, 2005).

A proposta é utilizar a experiência adquirida no projeto “Gaseifamaz – Comparação entre Tecnologias de Gaseificação de Biomassa Existentes no Brasil e no Exterior e Formação de Recursos Humanos na Região Norte”, realizado anteriormente pelo

Cenbio entre os anos de 2002 e 2005, e desenvolver e construir no país um sistema de gaseificação de 20 kW, com tecnologia nacional, de fácil operação e manutenção, para ser alimentado com resíduos de biomassa in natura localmente disponíveis e posteriormente instalado em uma comunidade isolada típica da Região Amazônica. Também será efetuada uma pesquisa para verificação de potenciais empresários interessados em construir este tipo de sistema no país.

Além de contribuir com o desenvolvimento da tecnologia nacional, consolidando a tecnologia de gaseificação de biomassa para geração de eletricidade, o projeto contribui para o desenvolvimento sustentável de comunidades isoladas da Região Amazônica pela geração de energia renovável (*site* do Cenbio, setembro de 2007; COELHO *et al.*, 2005).

O protótipo implementado possibilitará a replicação do projeto em outras localidades do país, pois se ajusta às necessidades de pequenas comunidades isoladas, propiciando, assim, o suprimento de energia descentralizada na área rural, a partir de fontes renováveis (*site* do Cenbio, setembro de 2007; COELHO *et al.*, 2005).

Figura A.15

Gaseificador do projeto Gaseibras



Fonte: Ver referência 14 (2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME).

Nº 20: “Batata-doce: bioenergia na agricultura familiar” – UFT

O programa “Batata-doce: bioenergia na agricultura familiar” é fruto de um convênio entre o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a Universidade Federal do Tocantins (UFT), o Instituto Ecológica de Palmas (IE) e a Eletronorte. Trata-se de um projeto de desenvolvimento local, voltado para pequenos produtores rurais, cujo

objetivo é a aplicação da tecnologia de produção de biocombustível desenvolvida com informações colhidas na pesquisa realizada pela UFT com a utilização da batata-doce. Intenta também a implantação de um modelo integrado de produção e de comercialização do biocombustível e de produtos derivados do resíduo gerado pelo processo.

O programa tem um conselho consultivo constituído por diversas organizações parceiras locais: o Instituto Ecológica, a Universidade Federal do Tocantins, a Eletronorte, o Sebrae/TO, a Secretaria de Agricultura, Pecuária e do Abastecimento do Tocantins (Seagro), a Federação das Indústrias do Estado do Tocantins, a Associação de Produtores, o Ministério do Desenvolvimento Agrário e as prefeituras municipais de Pium e Porto Nacional. O conselho prestará assistência para assegurar a coordenação com outros trabalhos na região, buscando sinergias onde for possível. Além disso, espera-se que o conselho desenvolva papel importante na divulgação dos resultados do projeto e ajude em sua replicação para outras localidades do Estado.

Existe ainda um comitê gestor formado pela Universidade Federal do Tocantins, pela Eletronorte, o Instituto Ecológica e uma coordenação executiva. O Instituto Ecológica é o órgão executor do projeto (UFT, 2007).

A Universidade Federal do Tocantins (UFT) desenvolve pesquisa para aproveitar a batata-doce na fabricação de álcool. Do resíduo obtido nesse processo, fabrica-se ração animal. A pesquisa, realizada há mais de 10 anos, demonstrou que se pode obter uma alta produtividade – cerca de 40 toneladas por hectare –, o que torna viável a implantação da tecnologia desenvolvida em escala comercial, para atendimento preferencial, de pequenos produtores rurais.

As características importantes da batata-doce como cultura bioenergética são: planta de fácil cultivo e com ampla adaptação e tolerância à seca; uso múltiplo (alimentação humana, animal e biocombustíveis); ampla adaptação a solos de baixa e média fertilidade; espécie selecionada pela NASA para ser plantada em missões espaciais de longa duração (eficiência fotossintética); ramos como fonte de proteína; ciclo curto de produção (5-6 meses); alta variabilidade genética (ganhos muito elevados) (Instituto Ecológica; UFT, 2007).

Figura A.16

Miniusina de produção de etanol a partir da batata doce (UFT)



Fonte: Silveira, 2007 (VIII Jornada IICA/Fórum DRS).

A implantação deste projeto contribuirá de forma efetiva com os programas governamentais e atenderá o que dispõe as diretrizes de políticas de agroenergia do Governo Federal, ao possibilitar a execução de políticas de cunho social, ambiental e econômico, além de aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética do Brasil por intermédio do desenvolvimento de biocombustível limpo e renovável.

Para a superação dos desafios existentes, faz-se necessário o estabelecimento de parcerias e a prática de cooperação entre entidades governamentais e não-governamentais, contribuição fundamental para se alcançar as metas propostas no projeto (Instituto Ecológica; UFT, 2007).

As duas *miniusinas* de processamento, com capacidade de produção de 240 e de 1.200 litros de etanol por dia (20 famílias cada uma), serão compradas e instaladas em cada comunidade com recursos da Eletronorte e de outras contrapartidas. Com a instalação dos equipamentos, serão ofertados o treinamento e a assistência técnica necessários para sua operação e manutenção (Instituto Ecológica; UFT, 2007).

Nº 21: “Desenvolvimento de um módulo combustor de biomassa (motor Stirling) para geração de eletricidade em comunidades isoladas” – Unifei

O projeto contou com a participação do Núcleo de Excelência em Geração Termelétrica e Distribuída (Nest) do Instituto de Engenharia Mecânica (IEM) da Universidade Federal de Itajubá (Unifei), da Companhia Energética de Minas Gerais

(Cemig) e da AGTherm, assim como do assessor austríaco Dr. Erich Podesser. É financiado pelo programa CT-Energ e gerenciado pelo Ministério de Minas e Energia e pelo Conselho Nacional de Pesquisas. Em paralelo, projeto semelhante está sendo desenvolvido com o financiamento da Cemig (WILKE *et al.*¹⁸).

Trata-se de um sistema para a geração de eletricidade, em pequena escala (9 kW), composto de motor Stirling, acoplado a uma fornalha e a um gaseificador de biomassa (WILKE *et al.*).

O primeiro motor a realizar trabalho útil foi o ciclo do motor Stirling, criado por Robert Stirling, em 1816. Conhecidos como motores de combustão externa, esses motores utilizam qualquer fonte de alta temperatura (inclusive o sol) para gerar calor. Os dispositivos funcionam de acordo com o ciclo Stirling, utilizando, geralmente, como fluídos de trabalho, hélio, hidrogênio ou nitrogênio. As pesquisas são recentes em todas as partes do mundo. Atualmente, algumas empresas se especializam na fabricação dos motores Stirling. O uso desses motores como máquina primária na geração de eletricidade de baixa potência (menor que 50 kW) representa uma opção atrativa para comunidades isoladas (WILKE *et al.*).

Figura A.17

Motor Stirling de 3 kW e de 35 kW



¹⁸ Sites: <www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=7771&download> e <<http://www.nest.unifei.edu.br/portugues/Novidades/ProjetoStirling/ProjetoStirling.htm>>

Figura A.18

Gaseificador de biomassa acoplado a um motor Stirling



Fonte: <www.nest.unifei.edu.br/.../ProjetoStirling.htm>.

A possibilidade de utilização de vários tipos de combustíveis (gás natural, óleo combustível, biomassa, diesel, gasolina, álcool, solar, entre outros) é um grande atrativo para o desenvolvimento deste meio de fonte alternativa de energia. Os principais critérios para este projeto são: baixos custos de investimento e desenvolvimento do sistema; baixo custo de manutenção; simplicidade de operação e de manutenção (nos procedimentos de partida e de parada); baixa velocidade de operação (utilização de um gás de trabalho barato e seguro); fácil familiarização dos operadores (similaridade com tecnologias convencionais utilizadas atualmente na região).

Outras vantagens do ciclo Stirling são: operação silenciosa (não há combustão no seu interior) e segura; baixo desgaste interno e consumo de lubrificante; baixa manutenção (o fluido de trabalho não entra em contato com o combustível, evitando-se, assim, a contaminação do mesmo); eficiência global em torno de 30% (o que pode tornar o motor Stirling competitivo com outras tecnologias); vida útil esperada em torno de 25.000 horas; possibilidade de operação em co-geração – potência elétrica e água aquecida, esta proveniente do sistema de refrigeração (neste caso, a eficiência total, considerando a elétrica e a térmica é em torno de 90%); diferentes arranjos físicos (os elementos essenciais podem ser dispostos de diversas maneiras, possibilitando uma grande adequação ao espaço físico).

Como desvantagens, podem ser citadas: necessidade de vedação perfeita (os motores Stirling necessitam de boa vedação das câmaras que contém o gás de trabalho

para evitar a contaminação deste pelo lubrificante); testes com poucos combustíveis; testes somente em motores de pequeno porte; custo elevado (aproximadamente duas vezes mais caro se comparado a um motor a diesel de mesma potência, por causa da produção de trocadores de calor ideais) (WILKE *et al.*).

Para a geração de eletricidade a baixas potências, o uso de geradores de indução¹⁹ representa uma boa opção, devido ao baixo custo de aquisição e manutenção em relação aos geradores síncronos²⁰. Porém, para que os geradores de indução possam operar em regiões isoladas, um sistema de controle deve ser implementado para que se tenha tensão e frequência constante (WILKE *et al.*).

Nº 22: “SHE solar-diesel da Vila de Campinas” – Gedae/UFGA

O projeto do SHE da Vila de Campinas, juntamente com o da Vila de Joanes, foi concebido no ano de 1994, resultado da parceria Brasil/Estados Unidos, por intermédio do convênio Ceam/Cepel²¹/Eletrobrás/NREL²², firmado entre as partes. Contudo, somente no ano de 1996 complementou-se a geração diesel-elétrica (existente desde 1987) com uma planta solar fotovoltaica de capacidade nominal 51,2 kWp (módulos de 64 Wp), tornando híbrido (solar-diesel) o sistema de geração e suprindo aproximadamente 140 unidades consumidoras (CARTAXO, 2001).

O sistema energético conta com dois grupos geradores a diesel de 60 KVA (48 kW) cada, um banco de 120 baterias e um inversor de 50 kW. A implantação do sistema foi viabilizada devido à doação dos equipamentos necessários pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, por meio de um laboratório de fontes renováveis ao Cepel. Campinas tornou-se uma estação experimental, monitorada via satélite por técnicos da empresa nos Estados Unidos (BARBOSA *et al.*, 2005; CARTAXO *et al.*, 2001).

O crescimento acentuado da carga em função do crescimento do número de consumidores compromete a sustentabilidade, tendo em vista a dificuldade de expansão do sistema solar e da tarifa aplicada aos consumidores (BARBOSA *et al.*, 2005; CARTAXO *et al.*, 2001).

19 Os geradores de indução são máquinas que transformam energia mecânica (energia cinética de rotação de um eixo) em energia elétrica. A energia de uma queda de água (centrais hidrelétricas) ou do vapor de água sob pressão (gerado nas centrais térmicas e nucleares) serve para rodar o eixo do gerador (<http://netfis.ist.utl.pt/~fleic2/teoricas/aula11/aula11.html>).

20 O gerador síncrono é capaz de converter energia mecânica em elétrica quando operado como gerador; e energia elétrica em mecânica quando operado como motor. Geradores síncronos são utilizados em todas as usinas hidrelétricas e termelétricas. O nome síncrono se deve ao fato de a máquina operar com uma velocidade de rotação constante, sincronizada com a frequência da tensão elétrica alternada e aplicada nos terminais da mesma (http://pt.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_s%C3%ADncrona).

21 Centro de Pesquisas de Energia Elétrica.

22 Laboratório Nacional de Energia Renovável.

Embora se perceba – na operacionalização – a eficácia da fonte solar como parte da geração híbrida no suprimento de comunidades isoladas da Amazônia, os valores elevados dos seus equipamentos ainda constituem uma barreira muito forte para a adoção da tecnologia na escala dos valores dessas demandas.

Ao considerar apenas o custo de geração do sistema híbrido em relação ao sistema diesel existente, ou seja, operação de 18 e 24 horas diárias, sem CCC, o que se verifica é que o sistema híbrido mostrou-se 111% e 92%, respectivamente, superior ao custo de geração do sistema diesel (BARBOSA *et al.*, 2005; CARTAXO *et al.*, 2001).

O modelo de gestão baseia-se na administração feita pela própria concessionária local (Ceam) e em uma gestão econômica convencional (BARBOSA *et al.*, 2005; CARTAXO *et al.*, 2001).

Figura A.19

Arranjo solar fotovoltaico de Vila Campinas



Fonte: Barbosa *et al.*, 2005.

Nº 23: “SHE eólico-diesel da Comunidade de Praia Grande” – Gedae/UFGA

Inaugurado em 17.7.1999, na Comunidade de Praia Grande, localizada a aproximados 53 km de Belém, Município de Ponta de Pedras (Ilha de Marajó/PA), o sistema instalado atende 125 pessoas, divididas em 22 famílias, e possui dois geradores (diesel, de 7,5 kVA cada) e duas turbinas eólicas (uma importada de 10 kW e outra nacional, projetada e construída pelo Gedae, de 15 kW).

Este projeto contou com o apoio financeiro do PTU/MCT e com a participação das seguintes instituições: Centrais Elétricas do Pará (Celpa), Instituto do Desenvolvimento Econômico Social do Pará (Idesp), Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio

Ambiente (Sectam) e Prefeitura Municipal de Ponta de Pedras (*site* do Gedae; BARBOSA *et al.*, 2005).

O modelo de gestão baseia-se na administração realizada pela comunidade, sempre por intermédio de uma organização ou associação comunitária, e em parceria com as prefeituras municipais. Cobra-se uma taxa mensal (*site* do Gedae; Barbosa *et al.*, 2005).

Figura A.20

Sistema de condicionamento de potência de Praia Grande



Fonte: Barbosa *et al.*, 2005.

Nº 24: “SHE solar-diesel da Vila de Araras” – UFSC

O sistema solar-diesel de Araras entrou em operação no ano de 2001, logo após a inserção de uma planta solar fotovoltaica com uma capacidade nominal de 20,48 kWp em um sistema de geração diesel-elétrica (162 kW). A ação teve parceria com a Aneel/Labsolar da Universidade de Santa Catarina.

A energia gerada supre uma demanda máxima – aproximada – de 47 kW (BEYER *et al.*, 2003; GUASCOR, 2005; RUTHER *et al.*, 2000). O subsistema diesel-elétrico está formado por três grupos geradores a diesel de 60 kVA cada (BARBOSA *et al.*, 2005).

A gestão do SHE de Araras é realizada por um Produtor Independente de Energia (PIE), que vende a energia para a concessionária local (GUASCOR, 2005; Grupo Técnico Operacional da Região Norte – GTON, 2004) (BARBOSA *et al.*, 2005).

Figura A.21

Grupos geradores a diesel de Araras



Fonte: Barbosa *et al.*, 2005.

Nº 25: “SHE solar/eólico/diesel da Vila de São Tomé” – Gedae/UFPA

A Vila de São Tomé, localizada no Município de Maracanã, Região Nordeste do Estado do Pará, foi beneficiada com um sistema híbrido para geração de eletricidade, composto por uma turbina eólica de 10 kW, um arranjo FV de 3,2 kWp e um grupo gerador a diesel de 20 kVA. O projeto, em operação desde o dia 5 de setembro de 2003, contou com o apoio financeiro da Petrobras e do Finep e com a participação da Rede Celpa, da Arcon/PA e da Prefeitura Municipal de Maracanã. Atualmente, é monitorado pela equipe do Gedae (*site* do Gedae; HAUSCHILD, 2006).

Além do já explicitado, o projeto prevê, ainda, a expansão do sistema de geração renovável (50% e 100%, respectivamente, de aumento de geração solar fotovoltaica e eólica) e a automação do sistema. Contudo, está sem data para iniciar (*site* do Gedae; HAUSCHILD, 2006).

O SHE de São Tomé utiliza um sistema de tarifação com pré-pagamento. Os consumidores adquirem cartões que liberam uma determinada quantidade de energia que poderá ser consumida durante o período que for necessário (*site* do Gedae; HAUSCHILD, 2006).

Figura A.22

Vista geral do sistema de São Tomé



Fonte: Barbosa *et al.*, 2005.

Nº 26: “Produção de biocombustíveis extraída de óleos vegetais e de gorduras” – UnB

A UnB montou uma *miniusina* de produção de bio-óleo com capacidade (máxima) para produzir 500 litros do combustível em 10 horas de operação, o que daria para atender a uma comunidade com cerca de 5 mil habitantes. A unidade-piloto, com todos os acessórios necessários para o desenvolvimento da pesquisa, teve um custo aproximado de R\$ 30.000,00 (unidade de craqueamento) e de R\$ 25.000,00 (unidade de extração de óleo) (BOM DIA BRASIL *et al.*, notícia em 19.4.2007).

O projeto contou com a parceria da Embrapa, do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) – por meio do CNPq e do Finep –, da Fundação Banco do Brasil, do Instituto de Desenvolvimento Econômico e Inclusão Social (Ideis) e da Prefeitura de Planaltina de Goiás (BOM DIA BRASIL *et al.*, notícia em 19.4.2007).

Figura A.23

Miniusina de craqueamento da UnB instalada na Embrapa



Fonte: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010115060120>>.

Os objetivos são: desenvolver um processo para conversão térmica e/ou catalítica de óleo vegetal ou gordura animal em bio-óleo, um combustível que pode ser utilizado em qualquer motor diesel; e desenvolver um protótipo de equipamento no qual o processo de conversão pode ser feito em pequena escala. A sua aplicação corresponde à produção independente de combustível, de forma auto-sustentável, para uso em máquinas agrícolas ou em motores diesel para a geração de energia (BOM DIA BRASIL *et al.*, notícia em 19.4.2007).

O público-alvo são as comunidades isoladas da Amazônia, com dificuldades de acesso à energia e combustíveis, e as comunidades de trabalhadores da agricultura familiar (BOM DIA BRASIL *et al.*, notícia em 19.4.2007).

O projeto pretende gerar renda no campo e reduzir a importação de diesel e a alíquota dos encargos sociais associados à CCC. Como impacto social, prevê a geração de emprego, a melhoria da qualidade de vida das comunidades e a fixação do homem no campo. Em relação ao meio ambiente, é esperada a redução das emissões de gás carbônico e de compostos de enxofre, associadas à queima de diesel (BOM DIA BRASIL *et al.*, notícia em 19.4.2007).

As etapas em andamento ou a serem em breve executadas (já financiadas) são as seguintes: balanço de massas e energia da unidade-piloto; desenvolvimento de kits simplificados para análise de bio-óleo; instalação de uma unidade de craqueamento em comunidade do DF; avaliação da estabilidade do bio-óleo durante armazenamento por tempo prolongado; testes em motores veiculares (com especial atenção para eficiência, consumo, durabilidade e emissões) (BOM DIA BRASIL *et al.*, notícia em 19.4.2007).

As etapas que carecem de financiamento são os testes em motores estacionários (eficiência, consumo, durabilidade e emissões) e a validação no campo (construção e instalação de uma unidade em comunidade isolada da Amazônia para gerar combustível a ser usado em gerador de energia) (BOM DIA BRASIL *et al.*, notícia em 19.4.2007).

Outras iniciativas (empresariais e de ONGs)

Nº 27 “Experiências do cultivo de dendê para biocombustíveis (biodiesel) na Amazônia – Agropalma”

A participação do grupo Agropalma no projeto realizado na comunidade Arauaí, localizada no Município de Moju (PA), teve como finalidade a implantação de 600 hectares de dendê (palma), atendendo 50 famílias de agricultores distribuídos em lotes contíguos, variando entre 10 ha a 12 ha (cada hectare possui, em média, 160 plantas de dendê). O Grupo Agropalma mantém a responsabilidade técnica e o compromisso de absorver a produção agrícola a preços negociados conforme contrato assinado entre empresa e agricultores. O Projeto, que contou com a parceria de bancos federais para financiamento por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), teve início em julho de 2001 (MONTEIRO *et al.*, 2006).

A produção do primeiro ano do chamado Projeto Arauaí deu-se a partir de novembro de 2004. Em visita à comunidade, observou-se que a cultura do dendê não inviabiliza o agricultor familiar a praticar sua atividade agrícola tradicional, pois, em paralelo a cultura do dendê, grande parte dos agricultores mantém sua “roça” de subsistência tradicional (mandioca, milho, pimenta-do-reino, etc.).

Segundo entrevistas com agricultores da comunidade Arauaí, *“a cultura do dendê veio para modificar nossa vida na agricultura, em muitos aspectos, proporcionando segurança de comercialização do produto, além da contribuição para a produção do biodiesel no Estado do Pará”* (MONTEIRO *et al.*, 2006).

Diante dos resultados alcançados e apresentados com a experiência do projeto de dendê para a produção de biodiesel entre a comunidade Arauaí e o Grupo Agropalma, pode-se destacar que (MONTEIRO *et al.*, 2006):

1. Apesar do pouco tempo de instalação do projeto e da falta de infraestrutura necessária para atender as reais necessidades da agricultura familiar, este projeto se configura como mais uma alternativa de geração de emprego e renda para a agricultura familiar no Estado do Pará, considerando as atuais condições socioeconômicas em que essas comunidades se encontram.
2. No tocante ao sistema de produção de dendê, é importante afirmar que estudos realizados pela Embrapa-Amazônia Oriental sugerem o consórcio da cultura do dendê com culturas de ciclo curto como feijão, milho, etc. Isso poderá diversificar e dinamizar a produção familiar.
3. Diante do contexto de produção de biodiesel no Estado do Pará, destaca-se que, embora a agricultura familiar participe com um percentual mínimo na cadeia produtiva do dendê, é necessário um maior empenho no desenvolvimento de estratégias e de programas de incentivo à comercialização em moldes mais consistentes e articulados, bem como maior incentivo ao beneficiamento dos produtos como forma de complementar seu processo produtivo com maior valor agregado da produção familiar.
4. Somado ao aspecto social, o uso e o aproveitamento de óleos vegetais para fins de produção de biocombustíveis trazem benefícios ambientais como recuperação de áreas alteradas e maior taxa de infiltração pluvial, evitando a erosão do solo e promovendo a recarga de todo o sistema pedológico, além da possibilidade de “seqüestrar carbono”.

Figura A.24

Usina de biodiesel da Agropalma



Fonte: <www.dedini.com.br>.

Nº 28: “Eletrificação de reservas extrativistas com sistemas fotovoltaicos em Xapuri (AC)” – Eletrobrás e GTZ

Este projeto faz parte de um acordo de cooperação entre a Eletrobrás e a GTZ para a disseminação de fontes renováveis de energia no Norte e Nordeste do Brasil. O objetivo é auxiliar as concessionárias de energia elétrica dessas regiões no atendimento das metas de universalização da energia. Inclui dois projetos-piloto: o 1º teve início em 2006 e seguiu até meados de 2007, e o 2º iniciou em meados de 2007 e está previsto até meados de 2008 (ELETROBRÁS/GTZ, 2007).

O primeiro se propõe a realizar o planejamento, a instalação, o desenvolvimento de um modelo de gestão e o monitoramento de sistemas fotovoltaicos em comunidades no município de Xapuri, no Estado do Acre, em conjunto com a Eletoacre em todas as etapas do projeto. O foco: a gestão. A meta é instalar e monitorar 103 sistemas fotovoltaicos nos seringais Iracema, Dois Irmãos e Albrácea, pertencentes ao município de Xapuri.

Haverá uma empresa de manutenção responsável pela administração (gerenciamento das intervenções e conseqüente decisão quanto à atuação da equipe de intervenção, além das solicitações de ordens de serviço à Eletoacre); um agente local fará a manutenção preventiva trimestral (preço fixo por ano); visitas em caso de reclamação e reparos de

problemas menores, assim como o faturamento, a arrecadação e o corte (trimestrais) ficarão sob a responsabilidade de uma de equipe de intervenção que será responsável pela manutenção corretiva (preço fixo por intervenção). A Eletroacre fiscalizará os serviços por amostragem a cada 6 meses (ELETROBRÁS/GTZ, 2007).

Figura A.25

Módulos fotovoltaicos e domicílio beneficiado



Fonte: Ver referência 14 (2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME).

O segundo projeto-piloto se propõe a criar minirredes com o objetivo geral de montar um modelo sustentável de eletrificação para comunidades remotas e para aglomerados de pequeno porte e um modelo de gestão e de manutenção eficaz e apropriado para comunidades isoladas. A tendência é de que seja um modelo modular de minirredes com geração de energia renovável (fotovoltaica, eólica, micro central hidroelétrica, gerador a partir de óleo vegetal *in natura*, ou outras) ou híbrida (ELETROBRÁS/GTZ, 2007).

Nº 29: “Projeto biodiesel Maués” – Fundação Desembargador Paulo dos Anjos Feitoza

A Fundação Desembargador Paulo dos Anjos Feitoza desenvolve em Maués (AM) o projeto de produção de óleos vegetais e biodiesel, financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e pela Prefeitura Municipal de Maués, em parceria com a Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Associação Comunitária Agrícola da Liberdade do Apoquitaua (Ascalba) e Agência de Florestas e Negócios Sustentáveis do Amazonas (Afloram) (*site* da Fundação DPF, 2006).

Figura A.26

Usina de biodiesel de Maués (produção de 200 litros/carga/6h)



Fonte: MME (informação cedida em apresentação), novembro de 2006.

O projeto, de dois anos de duração, contempla a instalação de uma unidade de produção de óleos vegetais com capacidade para beneficiar 100 kg de matéria-prima por hora e outra unidade capaz de produzir 200 litros de biodiesel a cada 6 horas, na cidade de Maués.

O processo de extração mecânica de óleos vegetais compreende as fases de limpeza da semente, descascamento, pesagem, moagem, cozimento, prensagem, filtração de óleo e moagem da torta (massa). O processo de extração de óleo vegetal em microusina torna possível trabalhar com diversas sementes oleaginosas (principalmente aquelas com altos teores de óleo) (*site da Fundação DPF, 2006*).

O projeto pretende treinar e capacitar integrantes de três comunidades (47 famílias) da floresta estadual de Maués, em técnicas de manejo florestal, visando tornar auto-sustentável e rentável a exploração dos recursos naturais (*site da Fundação DPF, 2006*).

O primeiro produto a ser explorado desta forma é o babaçu, cujo óleo beneficiado poderá ser utilizado para produção de biodiesel. Os produtos gerados poderão ser comercializados junto às empresas do ramo cosmético, farmacêutico ou energético, beneficiando diretamente as comunidades envolvidas. As comunidades não dispõem de conhecimento sobre técnicas e instrumentos apropriados para a coleta, armazenamento, beneficiamento e comercialização das espécies que passam pela extração do óleo vegetal. A mobilização dessas comunidades em atividades de

manejo sustentável dos recursos com o intuito de gerar novos produtos constitui uma alternativa para a preservação da floresta e geração de renda para as famílias envolvidas (*site* da Fundação DPF, 2006).

Avaliação dos projetos

A avaliação dos projetos transcende a metodologia de monitoramento e avaliação de projetos utilizada pelo MME. Essa metodologia aborda os três aspectos essenciais da sustentabilidade do projeto: i) técnico – que se refere à tecnologia adotada e às condições da sua sustentabilidade e replicabilidade; ii) gestão – que se refere à identificação da instituição gestora e das condições concretas para que ela realize a administração do sistema por meio de mecanismos de gestão; iii) socioeconômico – que trata do conhecimento das atividades produtivas locais e da sua inserção com o sistema energético do projeto, com o fim de agregar valor à produção local (MME, 2007).

A Tabela A.4 incorpora, de forma muito resumida, as observações que podem ser feitas sobre os indicadores de avaliação, segundo o próprio MME e segundo a descrição anterior dos projetos. A Tabela A.5 detalha, por sua vez, as informações nas quais se baseia a Tabela A.4, classificando-as em função da metodologia utilizada nos relatórios técnicos de monitoramento do MME, de novembro e dezembro de 2006 e de janeiro/fevereiro de 2007.

Tabela A.4. Resumo dos indicadores de avaliação dos projetos no bioma Amazônia

TECNOLOGIA	Nº	GESTÃO	SUSTENTABILIDADE	REPLICABILIDADE
Hidrocínética/ MCH	1	Integrada (cooperativa)	Plano de desenvolvimento local (DL) + renda	Difícil (industrialização da tecnologia, sítio propício e custo de ligação por consumidor).
	2 (MCH)	Integrada (associação) + venda da energia no futuro	Plano de DL + renda	Sim
Queima de biomassa	3	Integrada (cooperativa)	Plano de DL + renda	Difícil (transporte do equipamento, custo alto do investimento, custo de O&M > MCH e hidrocínética). Solução: balsa.
	14	Não conhecida	Plano de DL + renda	Equipamento fabricado no Sul (SP e SC) e no PA. Depende da disponibilidade de biomassa.
	21	Externa	Não medida	Sem dificuldades do ponto de vista local.
Queima de óleo <i>in natura</i>	15	Integrada (cooperativa)	Plano de DL + renda	Parece adequada às condições da Amazônia.
	16	Integrada	Plano de DL + renda	Custos operação e manutenção (O&M) > custo de operação com diesel, mas viável se o preço do diesel for superior à produção de óleo vegetal.
	17	Integrada (associação)	Plano de DL + renda	Dificuldades: chegada da rede à comunidade; burocracia.
Biodiesel	4	Integrada (cooperativa)	Plano de DL + renda (pela substituição do diesel)	Difícil (não há simplicidade, nem confiabilidade, nem baixo custo, nem robustez). São necessárias pessoas qualificadas para O&M.
	5	Integrada (cooperativa)	Plano de DL + renda	Dificuldade: transporte do equipamento e criação de rede para distribuição.
	27	Externa (empresa)	Renda (cultura)	Necessidades: zoneamento de risco climático da cultura; disponibilidade de sementes e mudas a LE; investimento alto, logística e infra-estrutura para a cultura.

Gaseificação	10	Integrada (cooperativa) em parceria com a concessionária	Plano de DL + renda	
	18	Integrada (cooperativa)	Plano de DL + renda	Dificuldades: capacidade de carga do solo; qualidade da água; licenciamento ambiental; aquisição do sistema de geração; construção da rede elétrica.
	19	Não conhecida, mas previsto que seja integrada (moradores)	Não conhecida, mas prevista como plano de DL + renda	Não conhecida, mas tecnologia nacional, com equipamento de fácil O&M.
Solar	6	Integrada (associação)	Plano de DL inexistente.	Dificuldades: a logística de transporte requer planejamento cuidadoso.
	28	Externa (concessionárias)	Não conhecida.	Dificuldades: tecnologia consolidada; estrutura e capacidade das concessionárias; empresas de instalação e manutenção; O&M; regulamentos.
Sistema híbrido: solar, eólico e diesel	7	Integrada (associação)	Necessidade de diesel. Início com subsídios. Plano de DL inexistente.	O&M pela Universidade. Energia pré-paga.
	12	Integrada (associação) ou pela concessionária	Participação efetiva das concessionárias estaduais e da Eletronorte necessária para a manutenção.	Dificuldades: equipamentos não disponíveis no mercado; falta de capacidade de organização da comunidade.
Sistema híbrido: solar e eólico	11	Em desenvolvimento.	Plano de DL + renda	Dificuldades: equipamentos não disponíveis no mercado; falta de logística no local; não há simplicidade; entraves burocráticos.
	8=7	Integrada (associação), mas falta mobilização	Plano de DL, mas fracassou.	Difícil (não há simplicidade, nem robustez, nem baixo custo).
Sistema híbrido: solar e hidrogênio líquido	13	Para pesquisa	Para pesquisa	Difícil (tecnologia complexa e cara).
Etanol	20	Não definida.	Plano de DL + ciclo fechado se atrelado à suinocultura	Dificuldades: processo químico (necessidade de enzima, temperatura, etc.) e necessidade de energia.

Nota: Gestão integrada: geração/distribuição pela associação ou cooperativa. Plano de DL + renda: plano de desenvolvimento local com aumento da renda.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.5. Indicadores de avaliação dos projetos no bioma Amazônia

TECNOLOGIA	Hidrocínética/MCH		Queima de biomassa	
	1	2	3	14
Sistema energético				
Nº de paradas programadas/ano	120h/ano	Sim	Sim	N.d.
Nº de paradas não-programadas/ano	N.c.	Sim	N.e.	N.d.
Participação do custo dos insumos no custo de geração em %	N.e.: energia hidráulica	N.e.: energia hidráulica	N.d.	N.d.
Participação do custo de O&M no custo de geração em %	N.c.	Em avaliação	N.d.	N.d.
Consumo do combustível específico do sistema energético	N.e.: energia hidráulica	N.e.: energia hidráulica	750 kg/h	N.d.
Potencial energético disponível no tempo (do projeto)	2 kW a 50 kW	3 MW ou 10 MW	30 mil kg/dia	200 kW
Existência de rede de distribuição	Sim	Sim	Sim	Sim (nas fotos)
Tempo de operação do serviço em horas/dia	24h	24h/dia	24h	Previsto 24h/dia
Redução do consumo de combustível fóssil	Sim	Sim	Sim	Sim
Redução do consumo de lenha	Não	Não	Não	N.d.
Gestão				
Entidade gestora (tipo)	Associação	Associação	Cooperativa	Madeira
Nº de instituições envolvidas	7	4	2	3
Sistema de gestão	Integrado	Integrado/PIE	Integrado	N.d.
Nº de domicílios atendidos	3	45	14	N.d.
Nº de domicílios totais	48	50	14	80
Estudos da demanda local	Demanda estimada: produtiva (500 W); coletiva (500 W); residencial (300 W)	Estimada em 41 kW, distribuídos em: Produtiva (18 kW); coletiva (5 kW); Residencial (18 kW)	Produtiva (150 kW); coletiva (10 kW); residencial (40 kW)	200 kW
Forma de cobrança do serviço	Rateio estimado: R\$ 15,00/família	Equivalente à tarifa Celpa: R\$0,20 kWh	Preços diferenciados	N.d.

Queima de óleo in natura			Biodiesel			
15	16	17	4	5	27	29
N.d.	N.d.	N.d.	720h/ano	N.e.	N.d.	N.d.
N.d.	N.d.	N.d.	N.e.	N.c.	N.d.	N.d.
N.d.	Custo de geração: R\$ 0,382/ kWh	N.d.	N.c.	N.e.	N.d.	N.d.
N.d.	N.d.	N.d.	N.c.	N.e.	N.d.	N.d.
N.d.	N.d.	N.d.	80 litros/dia	55 kW	N.d.	Extração: 100 kg/h. Produção: 200 litros de biodiesel/carga/6h
N.d.	115 kVA ou 72.500 kWh/ano	115 kVA	180 t/ano de ouricuri	1.000 litros/dia	N.d.	N.d.
Não	N.d.	Sim	Sim	Não	N.d.	Sim
N.d.	6h/dia	N.d.	Previsto 24h/dia	N.d.	N.d.	N.d.
Sim	Sim	N.d.	1.620 litros/mês	N.d.	N.d.	Sim
Sim	N.d.	N.d.	Não	N.d.	N.d.	N.d.
Cooperativa	Universidade	Associação	Cooperativa	Cooperativa	Empresa privada	Associação ou Cooperativa
6	5	7	2	9	8	5
Integrado	Integrado	Integrado	Integrado	N.d.	Agrícola	Integrado
> 10	N.d.	105	60	34	185 fam.	47
N.d.	700 hab.	105	60	34	N.d.	47
Sim	N.d.	Sim	Produtiva (30 kW); coletiva (4 kW); residencial (5 kW)	12 litros/dia	Não	N.d.
N.d.	N.d.	Preço	N.e.	N.d.	Compra do biodiesel	N.d.

Existência de fundo rotativo	Sim: custear O&M	Não	Não	N.d.
Existência de mensuração individual de consumo	Não	Sim	Sim	N.d.
Existência de plano de O&M	Sim	Sim	Sim	N.d.
Remuneração do operador do sistema	Sim	Sim	R\$ 6,25/hora	N.d.
Existência de plano de negócio	Sim	N.c.	Sim	N.d.
Existência de iluminação pública	Não	Sim	Sim (5 kW)	N.d.
Satisfação do usuário	N.c.	Sim	Ainda N.c.	N.c.
Preço da energia em relação à capacidade de pagamento	Custo de geração: R\$ 1,71 kWh	N.c.	R\$ 300 MWh (Produtivo); R\$ 350 MWh (individual)	N.d.
Nº de inadimplentes/total beneficiários	N.c.	N.e.	N.e.	N.d.
Socioeconômico e ambiental				
Atividades produtivas pré-existent	Coleta de castanha do Brasil: principal atividade econômica da reserva extrativista (resex)	Farinha de mandioca	Sim	Fábrica de cabos e bases de madeira para vassouras e comércio varejista de alimentos
Novas atividades comerciais e produtivas com uso de eletricidade	Beneficiamento da castanha	Movelaria e fabricação de pães	Fabricação de gelo e extração de óleo de buriti	N.d.
Aumento da renda local	Sim	Ainda não conhecido	15 %	N.d.
Novas atividades sociais com uso de eletricidade	Sim	Sim	N.c.	N.d.
Nº de pessoas que passaram a obter renda diretamente do sistema energético	1 ou 2	Uma	14	N.d.
Nº de pessoas que passaram a obter renda a partir do uso da energia	48 famílias	Uma	12 famílias	N.d.
Redução da emissão de gases de efeito estufa do projeto energético devido à opção pelo diesel nas mesmas condições	N.c.	N.c.	Sim	N.c.

N.d.	N.d.	Sim	N.c.: custear O&M	N.d.	N.d.	N.d.
N.d.	N.d.	N.d.	Sim	N.d.	N.d.	N.d.
N.d.	Sim	Sim	Sim	N.d.	N.d.	Sim
N.d.	N.d.	Sim	Sim	N.d.	N.d.	N.d.
Sim	N.d.	Sim	N.c.	Não	Sim	Sim
N.d.	N.d.	Sim	Sim	N.d.	N.d.	N.d.
N.d.	N.d.	N.d.	Ainda não aplicável	N.d.	Sim	N.d.
N.d.	N.d.	N.d.	N.c.	N.d.	N.d.	N.d.
N.d.	N.d.	N.d.	Ainda não aplicável	N.d.	N.d.	N.d.
Subsistência (principalmente produção de farinha)	N.d.	Agricultura de roçado como principal atividade	Produção de óleo vegetal extraído da andiroba e do murumuru: principal atividade econômica	N.d.	Cultivo de subsistência (mandioca, milho, criação de animais de pequeno porte, etc.).	Extrativismo e agricultura de subsistência
Produção de sabonete, de farinha de mesocarpo do babaçu, de papel da casca de babaçu, de carvão do coco de babaçu	Venda de polpa do açáí	<i>Miniusina</i> de farinha de mandioca	Produção de óleo vegetal para transformação em biodiesel e produção de etanol	Venda de pescado congelado e ecoturismo	Cultura do dendê	Beneficiamento do babaçu
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	N.d.	N.d.
N.d.	N.d.	N.d.	Sim	N.d.	N.d.	N.d.
N.d.	N.d.	N.d.	Comunidade não especificada	N.d.	N.d.	N.d.
Sim	Sim	Sim	N.c.	N.c.	Sim	N.c.

TECNOLOGIA	Gaseificação		Solar		
Nº de projeto/indicador	10	18	19	6	28
Sistema energético					
Nº de paradas programadas/ano	N.d.	N.c.	N.d.	N.d.	N.d.
Nº de paradas não-programadas/ano	N.d.	N.c.	N.d.	N.d.	N.d.
Participação do custo dos insumos no custo de geração em %	R\$ 2,20/kg açaí	N.c.	N.d.	N.d.	N.d.
Participação do custo de O&M no custo de geração em %	N.d.	Total: R\$ 50.400	N.d.	N.d.	N.d.
Consumo do combustível específico do sistema energético	N.d.	N.c.	N.d.	N.d.	N.d.
Potencial energético disponível no tempo (do projeto)	80 kW	13 a 40 kW cada gerador; Instalação de 96,36 kW	N.d.	19 x 200 W cada (13 kWh/mês)	N.d.
Existência de rede de distribuição	N.d.	Sim	N.d.	N.d.	N.d.
Tempo de operação do serviço em horas/dia	24h/dia	Previsto 24h/dia	N.d.	N.d.	N.d.
Redução do consumo de combustível fóssil	N.d.	Sim	Até 80%	N.d.	N.d.
Redução do consumo de lenha	N.d.	Não	N.d.	N.d.	N.d.
Gestão					
Entidade gestora (tipo)	Cooperativa	Cooperativa	N.d.	Associação	Empresa privada
Nº de instituições envolvidas	N.d.	Duas (cooperativa e a Ceam)	6	N.d.	4
Sistema de gestão	Integrado	Integrado	N.d.	N.d.	Concessionária
Nº de domicílios atendidos	N.d.	130 + escolas, igrejas e agro-indústrias = 136	N.d.	19	N.d.
Nº de domicílios totais	N.d.	130	N.d.	25	
Estudos da demanda local	N.d.	24 kW evoluindo para 54 kW	N.d.	N.d.	Sim

SHE: solar/diesel		SHE: solar/eólico		SHE: solar/eólico/diesel			SHE: solar/H2 líquido
22	24	11	8	7	12	25	13
N.d.	N.d.	N.c.	N.e.	N.e.	N.d.	N.d.	Plano ainda não conhecido
N.d.	N.d.	N.c.	N.c.	N.e.: sistema não-operante	N.d.	N.d.	N.e.
N.d.	N.d.	N.e.: energia eólica e solar	N.e.: energia eólica e solar	N.e.: sistema não-operante	N.d.	N.d.	N.e.: SHE que não requer combustível
N.d.	N.d.	> R\$ 15,00/mês	N.c.	N.c.	N.d.	N.d.	N.c.
N.d.	N.d.	N.e.: energia eólica e solar	N.e.: energia eólica e solar	N.e.: sistema não operante	N.d.	N.d.	N.e.: SHE que não requer combustível
N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.	N.c.
N.d.	N.d.	Sim	Não	Sim	N.d.	Minirrede trifásica	Sim
6 h/dia	N.d.	N.d.	N.d.	N.d.: sistema não operante	N.d.	N.d.	N.d.
Sim	N.d.	N.c.	Sim	Sim	N.d.	N.d.	Sim
N.d.	N.d.	N.c.	Não	Não	N.d.	N.d.	Não
N.d.	Empresa	Universidade (durante 2 anos)	Associação	Associação	Associação ou concessão	N.d.	Universidade
N.d.	2	6	2	2	7	N.d.	2
140	PIE	Integrado	Integrado	Integrado	Integrado ou não	N.d.	Integrado
N.d.	N.d.	89	10	53	N.d.	N.d.	Residentes permanentes e transitórios do centro de pesquisa
N.d.	N.d.	N.d.	10	53	100	40	Centro de pesquisa
N.d.	N.d.	Sim	Não	Sim	Sim	N.d.	Sim

Forma de cobrança do serviço	N.d.	Contrato com a Ceam (R\$ 0,6 a 0,8/kWh esperados)	N.d.	Adesão: R\$ 150/dom + Preço de manutenção: R\$ 15,00/mês por domicílio	N.d.
Existência de fundo rotativo	N.d.	N.c.	N.d.	Sim: custear O&M	N.d.
Existência de mensuração individual de consumo	N.d.	N.c.	N.d.	N.d.	Sim
Existência de plano de O&M	N.d.	Sim	Sim	N.d.	N.d.
Remuneração do operador do sistema	N.d.	N.c.	N.d.	N.d.	N.d.
Existência de plano de negócio	N.d.	Sim	Sim	N.d.	N.d.
Existência de iluminação pública	N.d.	N.c.	N.d.	N.d.	N.d.
Satisfação do usuário	N.d.	Sim	N.d.	N.d.	N.d.
Preço da energia em relação à capacidade de pagamento	Custo geração: R\$ 400 kWh	Estudos preliminares: custo de geração de R\$ 0,23/kWh para um fator de carga de 60%	N.d.	N.d.	R\$ 430/ consumidor
Nº de inadimplentes/total beneficiários	N.d.	N.c.	N.d.	N.d.	N.d.
Socioeconômico e ambiental					
Atividades produtivas pré-existentes	N.d.	Comercialização do açaí	N.d.	N.d.	N.d.
Novas atividades comerciais e produtivas com uso de eletricidade	Processamento da polpa do açaí	Beneficiamento do açaí em polpa	Sim	N.d.	N.d.
Aumento da renda local	N.d.	21%/família no 1º momento	Sim	N.d.	N.d.
Novas atividades sociais com uso de eletricidade	N.d.	N.c.	Sim	Sim	N.d.
Nº de pessoas que passaram a obter renda diretamente do sistema energético	N.d.	6	N.d.	N.d.	N.d.
Nº de pessoas que passaram a obter renda pelo uso da energia	N.d.	9	N.d.	N.d.	N.d.
Redução da emissão de gases de efeito estufa do projeto energético em face da opção diesel nas mesmas condições	N.d.	N.c.	Sim	N.d.	N.d.

Nota: N.d. = não disponível; N.c. = Não conhecido; N.e. = não especificado. Fonte: Elaboração própria.

N.d.	N.d.	N.c.	N.e.	N.e.	N.d.	N.d.	Não
N.d.	N.d.	Sim	N.c.: custear O&M	N.c.: custear O&M	N.d.	N.d.	Não
N.d.	N.d.	Prevista	Não	Sim (medidores pré-pagos)	N.d.	N.d.	Não
N.d.	N.d.	Sim	Não	N.c.	N.d.	N.d.	Sim
N.d.	N.d.	N.d.	Não	Não	N.d.	N.d.	Sim
N.d.	N.d.	N.d.	Não	Não	N.d.	N.d.	Não
N.d.	N.d.	N.d.	Não	Sim	N.d.	N.d.	Não
N.d.	N.d.	N.c.	N.c.	N.c.: sistema não-operante	N.d.	N.d.	N.c.
N.d.	N.d.	Tarifa estimada: R\$ 0,24/kWh	N.c.	N.c.: sistema não-operante	Custo de geração estimado: R\$ 1.800,00 MWh	N.d.	N.c.
N.d.	N.d.	N.c.	N.c.	N.c.: sistema não-operante	N.d.	N.d.	N.e.
N.d.	N.d.	Pesca	Confecção do artesanato do capim dourado	Pesca: principal atividade econômica	Pesca	Extrativismo e farinha de mandioca	Pesquisa
N.d.	N.d.	Fábrica de gelo prevista	Confecção do artesanato do capim dourado – ralador de mandioca	Ainda não definidas	N.d.	N.d.	Pesquisa
N.d.	N.d.	Sim	N.c.	N.e.: sistema não-operante	N.d.	N.d.	Não
N.d.	N.d.	Sim	Sim	Sistema não-operante	N.d.	N.d.	N.c.
N.d.	N.d.	N.d.	Nenhuma	Sistema não-operante	N.d.	N.d.	N.c.
N.d.	N.d.	N.d.	N.c.	Sistema não-operante	N.d.	N.d.	N.c.
N.d.	N.d.	N.d.	N.c.	N.c.	N.d.	N.d.	N.c.

REFERÊNCIAS – Projetos

N^{os} 1, 2 e 7: Relatório técnico do 2º Monitoramento dos Projetos (MME, novembro/2006); Relatório técnico do MME, construído com base nos relatórios técnicos de monitoramento, elaborados entre março de 2006 e janeiro de 2007.

N^{os} 3, 8 e 13: Relatório técnico do 2º Monitoramento dos Projetos (MME, dezembro/2006); Relatório técnico do MME, construído com base nos relatórios técnicos de monitoramento, elaborados entre março de 2006 e janeiro de 2007.

N^{os} 4, 9 e 11: Relatório técnico do 2º Monitoramento dos Projetos (MME, janeiro e fevereiro/2007); Relatório técnico do MME, construído com base nos relatórios técnicos de monitoramento, elaborados entre março de 2006 e janeiro de 2007.

Nº 4: IX Jornada IICA/Fórum DRS sobre Bioenergia e Agricultura Familiar, dia 29 de agosto de 2007, em Brasília.

Nos 5 e 10: BARRETO E.; PARENTE V.; RAMOS A.; BARBOSA O. Projeto Edital CT-Energ/MME/CNPq. MME, 2007.

Nº 14: Apresentação de maio de 2006 e maio de 2007, durante o 1º e o 2º, respectivamente, Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME. Brasília.

Nº 15: <<http://impactorondonia.blogspot.com/2007/05/mini-usina-transforma-leo-vegetal-em.html>> e <<http://www.gpers.unir.br/resex/index.html>>.

Nº 16: COELHO S.; SILVA O.; VELÁZQUEZ S.; LISBOA A.; GODOY F. Uso de óleo de palma “in natura” como combustível em comunidades isoladas da Amazônia. Cenbio. Trabalho publicado e apresentado no III Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 23 a 25 de novembro de 2005, Campinas/SP.

N^{os} 6, 7, 11, 12, 17, 18 e 28: Apresentação de maio de 2007, durante o 2º Seminário do Monitoramento dos Projetos-Piloto com Energias Renováveis para Atendimento de Comunidades Isoladas, organizado pelo MME. Brasília.

Nº 19: COELHO S.; VELÁZQUEZ S.; SANTOS S.; LORA B. Geração de eletricidade em comunidades isoladas da Região Amazônica utilizando sistemas nacionais de gaseificação de biomassa in natura. Centro de Referência Nacional em Bioenergia (Cenbio), Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE) e Universidade de São Paulo (USP). Trabalho apresentado e publicado no XI Congresso Brasileiro de Energia, 16 a 19 de agosto de 2006, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível no site <http://www.cenbio.org.br/pt/downloads/papers/gaseib_cbe.pdf>.

Nº 20: Instituto Ecológica. Batata-doce: bioenergia na agricultura familiar. Disponível no site <www.ecologica.org.br/UserFiles/docs/Projects/resumo_projeto.pdf>.

Nºs 20 e 27: VIII Jornada IICA/Fórum DRS sobre Bioenergia e Agricultura Familiar, dia 31 de julho de 2007, em Brasília.

Nº 26: Bom Dia Brasil – Rede Globo e Assessoria da UnB. *Miniusina* de biodiesel: UNB e Embrapa. Publicada no dia 19 de abril de 2007 no site <<http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/mini-usina-de-biodiesel-ouro-verde-promissor.htm>>.

Nº 27: MONTEIRO K.; SILVA A.; SOUZA C.; CONCEIÇÃO E.; PALHETA R. Cultivo do dendê como alternativa de produção para a agricultura familiar e sua inserção na cadeia do biodiesel no Estado do Pará. MPEG, DFDA-PA/MDA, Banco da Amazônia, UFPA e Fundação Adriano Jorge, 2006.

Nº 28: Apresentação feita pela parceria Eletrobrás/GTZ, dias 27 e 28 de maio de 2007, durante o Encontro de Trabalho Luz Para Todos na Região Norte. Disponível no site <<http://www.eletobras.gov.br/elb/portal/main.asp?Team=%7B565E0DFC-FD35-456D-A46F-DAB3DD876DFE%7D#Desenvolvimento%20de%20modelos%20sustentáveis%20de%20eletrificação%20rural%20com%20energias%20renováveis>>.

Nº 29: Apresentação cedida ao MME, em novembro de 2006, disponibilizada no site da Fundação Des. Paulo Feitoza (<<http://www.fpf.br/cont.php?modulo=bio&op=comunidades>>).

Nº 31: ALBUQUERQUE I.; ANHALT J. Eletrificação de comunidades isoladas através de óleo vegetal produzido localmente. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis (Ider) e Encontro Técnico-Científico da 6ª Ecolatina, de 18 a 21 de setembro de 2006, Belo Horizonte/MG.

Nº 32: <<http://www.mp.ce.gov.br/centrosv2/caomace/noticias/noticiascompleta.asp?icodigo=205>> e <<http://www.ider.org.br/>> e <<http://www.oktiva.net/oktiva.net/1365/nota/43011/#>> (cartilha).

Nº 33: <<http://www.ider.org.br/oktiva.net/1365/nota/17403/>>.

Nº 36: ANHALT J. In: Tecnologias apropriadas para terras secas – manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil. Fundação Konrad Adenauer e Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Fortaleza/CE, 2006.

Nº39: <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010115070629>.



Instituto Interamericano de Cooperación para a Agricultura – IICA

Representação do IICA no Brasil

SHIS QI 3, Lote “A”, Bloco “F” – Centro Empresarial Terracotta

CEP: 71.605-450 – Brasília-DF

Fone: 55 61 2106 5477

Fax: 55 61 2106 5459

E-mail: iica.br@iica.int

Homepage: www.iica.org.br