

Configurações de cadeia de suprimento do biodiesel no semiárido

Themisa Araújo Barroso Pimentel¹
Leonel Gois Lima Oliveira²
Raphael de Jesus Campos Andrade³
José Carlos Lázaro da Silva Filho⁴
Monica Cavalcanti Sá de Abreu⁵

Resumo

A produtividade de biodiesel no Ceará está ligada às oportunidades de desenvolvimento do semiárido brasileiro e às discussões sobre sustentabilidade global. O Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) para organizar, entre outras coisas, o processo produtivo do biodiesel. Neste contexto, surgem os seguintes questionamentos: quais os objetivos governamentais quanto ao desenvolvimento do biodiesel no Ceará? Como esses objetivos se refletem na realidade cearense? Este estudo compara duas usinas locais. Utilizam-se pesquisas documentais e bibliográficas e estudos de campo. Os dados são tratados com análise de conteúdo. Verifica-se que a produção observada nas

Recebimento: 28/11/2013 - Aceite: 21/02/2014

¹ Graduada em Administração pela Universidade Federal do Ceará. Bolsista PIBIC LECOS PPAC. Rua da Universidade, 2470 (LECOS), Benfica, 60020-180, Fortaleza, Ceará. Telefone (11) 4999-4325 Email: themisapimentel@gmail.com

² Mestre em Administração pela Universidade Estadual do Ceará. Professor da ESMEC, Fortaleza, Brasil. Rua da Universidade, 2470 (LECOS), Benfica, 60020-180, Fortaleza, Ceará. Telefone: (85) 8880-0123. E-mail: leonelgois@gmail.com

³ Mestre em Administração pela Universidade Estadual do Ceará. FIEC. rjandrade@sfipec.org.br

⁴ Professor do PPAC da Universidade Federal do Ceará. Rua da Universidade, 2470 (LECOS), Benfica, 60020-180, Fortaleza, Ceará. lazaro@ufc.br

⁵ Professora do PPAC da Universidade Federal do Ceará. Rua da Universidade, 2470 (LECOS), Benfica, 60020-180, Fortaleza, Ceará. mabreu@ufc.br

usinas segue o modelo do PNPB, indicando que o Governo está adotando uma política de incentivos fiscais adequada.

Palavras-chave: biodiesel; processo produtivo; desenvolvimento sustentável

Of the biodiesel supply chain settings in semiarid

Abstract

The productivity of biodiesel in Ceará is linked to development opportunities in the Brazilian semi-arid and discussions about global sustainability. The Federal Government launched the National Program for Production and Use of Biodiesel (PNPB) to organize the production process of biodiesel. In this context, the following questions arise: what are the Government's objectives for the development of biodiesel in Ceará? As these goals are reflected in Ceará reality? This study compares two local biodiesel production plants using literature and desk research and field studies. As a qualitative research the authors used content analysis to find their results. In the results it was found that the two plants are aligned with the PNPB, working just based on tax incentives.

Keywords: biodiesel; production process; sustainable development

Introdução

A exclusão social e as desigualdades regionais são graves problemas brasileiros. Nas regiões menos desenvolvidas, a falta de oportunidades e de recursos para o homem do campo leva-o a buscar as grandes cidades como refúgio. Estas não estão preparadas para recebê-lo e não conseguem oferecer-lhe condições dignas de moradia e trabalho. Assim, o êxodo rural e a consequente expansão dos conglomerados urbanos são acompanhados pelo aumento gradativo dos problemas sociais e ambientais.

O Ceará enfrenta essa realidade. Por um lado, a maioria das cidades do interior do estado não apresenta economia capaz de empregar a mão-de-obra disponível, uma vez que são pouco industrializadas e enfrentam dificuldades climáticas que limitam a agricultura. Por outro lado, há grande concentração populacional nas poucas regiões urbanas que apresentam melhor desenvolvimento econômico. Essas regiões não estão preparadas para absorver a massa de imigrantes provenientes das regiões menos favorecidas.

Mundialmente, dois outros problemas, intimamente relacionados, ganham proporções cada vez maiores: (1) a degradação do meio ambiente causada pelas atividades humanas; e (2) a dependência e o crescente consumo de fontes de energia de origem fóssil, que contribuem com a poluição e o efeito estufa, além de serem recursos limitados (não renováveis).

Sobre a atuação humana no planeta, Gore (2006, p. 214) afirma que “o que vemos é uma colisão colossal, sem precedentes, entre a nossa civilização e o planeta Terra”. O crescente consumo de recursos naturais para a produção de bens tem gerado consequências indesejáveis e perigosas para o ambiente e a humanidade. Dessa forma, faz-se necessária uma atuação consciente que atenda às necessidades econômicas, sociais e ambientais de forma conjunta, garantindo a sobrevivência de todos e a sustentabilidade do planeta.

Segundo Paulillo *et al.* (2007), a importância das fontes alternativas de energia tem aumentado, impulsionada por fatores como: o questionamento dos efeitos do uso dos derivados do petróleo sobre o meio ambiente; o Protocolo de Kyoto; a instabilidade no Oriente Médio e a elevação real dos preços internacionais do petróleo; a necessidade dos países de reduzir a dependência dos combustíveis fósseis; os baixos preços das *commodities* e a busca de alternativas agrícolas; e a possibilidade de geração de empregos.

Os biocombustíveis representam uma alternativa para a diminuição do impacto das atividades humanas sobre o ambiente, através,

principalmente, da redução das mudanças climáticas causadas pelas altas emissões de gases do efeito estufa. Além disso, viabilizam a garantia de suprimento de energia por meio da conservação das reservas de combustíveis fósseis e do desenvolvimento de combustíveis renováveis. A produção de biocombustíveis também contribui para o aumento da oferta de empregos nas zonas agrícolas (FRONDEL; PETERS, 2007).

A Lei 11.097/05 define biocombustível como um “combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna ou, conforme regulamento, para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil” (BRASIL, 2005). Os dois principais biocombustíveis são o biodiesel e o etanol, considerados, atualmente, as melhores alternativas para a substituição do óleo diesel e da gasolina, respectivamente (FRONDEL; PETERS, 2007).

Observa-se, nos últimos anos, um crescente interesse do Governo brasileiro em relação ao desenvolvimento do biodiesel, que tem se constituído como uma alternativa para a promoção de inclusão social e desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável. O aumento da produtividade de biodiesel no Ceará está diretamente ligado às oportunidades de desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro e às discussões sobre sustentabilidade global por meio do uso de biocombustíveis. Neste contexto, surgem os seguintes questionamentos: quais são os objetivos governamentais quanto ao desenvolvimento da produção do biodiesel no Ceará? Como esses objetivos se refletem na realidade cearense?

Em função desses questionamentos, pode-se dizer que o objetivo geral do presente trabalho é analisar a realidade da produção de biodiesel no Ceará à luz do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), proposto para o setor pelo Governo Federal. Os objetivos específicos são: identificar os intuítos principais do PNPB; caracterizar a aplicação do PNPB no Ceará; analisar o processo produtivo sugerido pelo PNPB; e analisar a configuração deste nas organizações produtoras de biodiesel no estado.

O trabalho é composto pela presente introdução, seguido por referencial teórico (debate sobre o biodiesel e o PNPB), metodologia, análise de casos, discussão dos resultados, considerações finais e, finalmente, referências bibliográficas.

O Biodiesel

O biodiesel é um “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa

substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil” (BRASIL, 2005).

Trata-se de um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis: óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais. Ele pode ser utilizado puro ou misturado com óleo mineral (de origem fóssil) em diversas proporções e é, atualmente, a melhor alternativa para a substituição do óleo diesel (HOLANDA, 2004; PRATES; PIEROBON; COSTA, 2007; FRONDEL; PETERS, 2007).

Em 13 de janeiro de 2005, a Lei 11.097 foi sancionada, introduzindo o biodiesel na matriz energética brasileira. Durante os três primeiros anos, foi estabelecida, em caráter voluntário, a adição de 2% de biodiesel ao diesel. A partir de janeiro de 2008, a mistura de 2% passou a ser obrigatória e, em março desse mesmo ano, uma decisão do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) elevou o percentual mínimo obrigatório para 3%. De acordo com a Lei 11.097, o percentual obrigatório de mistura passará a 5% em 2013 (BRASIL, 2005; BRASIL, 2008a).

A Resolução da ANP 42, de 24 de novembro de 2004, regula as especificações para o biodiesel brasileiro. Tais especificações permitem a produção do biocombustível a partir de diversas matérias-primas, gerando maior competitividade e diversidade entre as regiões produtoras (PRATES; PIEROBON; COSTA, 2007).

Dentre as principais matérias-primas para a produção de biodiesel no Brasil, pode-se citar: soja, milho, girassol, amendoim, algodão, canola, mamona, babaçu, palma (dendê) e macaúba (PAULILLO *et al.*, 2007). A tabela 1 apresenta as características de algumas destas oleaginosas.

Tabela 1: Características de culturas oleaginosas no Brasil

Espécie	Origem do óleo	Teor do óleo	Meses de colheita/ano	Rendimento
Dendê/Palma	Amêndoa	22	12	3,0 – 6,0
Coco	Fruto	55 – 60	12	1,3 – 1,9
Babaçu	Amêndoa	66	12	0,1 – 0,3
Girassol	Grão	38 – 48	03	0,5 – 1,9
Colza/Canola	Grão	40 – 48	03	0,5 – 0,9
Mamona	Grão	45 – 50	03	0,5 – 0,9
Amendoim	Grão	40 – 43	03	0,6 – 0,8
Soja	Grão	18	03	0,2 – 0,4
Algodão	Grão	15	03	0,1 – 0,2

Fonte: Paulillo *et al.* (2007).

Apesar da grande diversidade de insumos agrícolas para a produção de óleos vegetais e de biodiesel, muitas culturas ainda têm caráter extrativista e são cultivadas com baixo índice de tecnologia, exigindo maior investimento em P&D (PAULILLO *et al.*, 2007).

O biodiesel é um éster que pode ser obtido através de diferentes processos químicos, tais como:

- Esterificação - reação de um ácido com um álcool, produzindo um éster.
- Transesterificação - reação de óleo vegetal ou gordura animal com um álcool, mediante a ação de um catalisador, gerando glicerina e éster.
- Craqueamento - divisão em partes menores de um composto sob a ação de calor e/ou catalisador.

A transesterificação é o processo mais utilizado no Brasil e no mundo e emprega dois tipos principais de alcoóis: metanol e etanol. Internacionalmente, a adoção de metanol (rota metílica) tem preferência. No Brasil, entretanto, o etanol (rota etílica) é mais utilizado devido a características nacionais específicas: sua vocação agrícola e a consolidada indústria do etanol (PARENTE JR.; BRANCO, 2004).

As principais diferenças entre os dois alcoóis são:

- Metanol - usado com maior frequência no processo de transesterificação por razões de natureza física e química (cadeia curta e polaridade); importado; não-renovável; mais tóxico e com menor poder de combustão que o etanol; sua reação gera biodiesel do tipo metil-éster.
- Etanol - renovável; abundante no Brasil; menos tóxico e mais caro que o metanol; está se tornando mais popular no processo de transesterificação; sua reação origina biodiesel do tipo etil-éster.

No Brasil, fabricantes de equipamentos utilizados na produção de biodiesel oferecem plantas projetadas para funcionar tanto na rota metílica quanto na etílica, e com possibilidade de processar diferentes tipos de oleaginosas (PRATES; PIEROBON; COSTA, 2007).

Vale ressaltar que a definição e as especificações deste biocombustível diferem ao redor do mundo. A União Européia define biodiesel como um éster metílico produzido com base em óleos vegetais ou animais (Diretiva 2003/30/CE do Parlamento Europeu) e suas especificações favorecem a utilização de óleo de canola como matéria-prima. Nos Estados Unidos, o biodiesel é um combustível renovável, produzido a partir de óleos vegetais ou animais para ser utilizado em motores de ciclo diesel e deve atender às especificações da norma ASTM D 6751 (PRATES; PIEROBON; COSTA, 2007).

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)

O Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) em dezembro de 2004, apoiado na crescente demanda por combustíveis de fontes renováveis e no potencial brasileiro para atender parte dessa necessidade. O Brasil apresenta características para se tornar um grande produtor mundial de biodiesel, por dispor de extensas áreas agricultáveis, de diversos tipos de oleaginosas cultiváveis e de tecnologia para produção de forma sustentável (BRASIL, 2004).

Por meio do PNPB, o Governo Federal organizou o processo produtivo, definiu as linhas de financiamento, estruturou a base tecnológica e editou o marco regulatório do novo combustível. O programa é desenvolvido pela Comissão Executiva Interministerial (CEIB), subordinada à Casa Civil da Presidência da República, e sua gestão operacional é exercida pelo Grupo Gestor, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2004; CEIB, 2008).

O objetivo do PNPB é a implantação da produção e do uso de biodiesel de forma técnica e economicamente sustentável e a geração de emprego e renda, promovendo inclusão social e desenvolvimento regional. Suas principais diretrizes são: (1) implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social; (2) garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; e (3) produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas. A decisão sobre qual oleaginosa utilizar deve ser tomada de acordo com as especificidades regionais. O programa também admite a produção de biodiesel a partir de diferentes rotas tecnológicas (BRASIL, 2004; CEIB, 2008).

O PNPB permite a participação tanto do agronegócio quanto da agricultura familiar, que é a principal aposta do Governo para a promoção de inclusão social. Assim, o programa conta com incentivos para os produtores industriais adquirirem matérias-primas de agricultores familiares e estimula a organização desses agricultores em cooperativas e consórcios (BRASIL, 2004; CEIB, 2008).

O regime tributário do biodiesel é diferenciado de acordo com a região de plantio, a oleaginosa utilizada e a categoria de produção (agronegócio ou agricultura familiar). Os benefícios tributários incentivam a aquisição de matérias-primas de agricultores familiares e a utilização de mamona produzida no Nordeste e no Semiárido e de dendê produzido no Norte. Para usufruir desses benefícios, os produtores de biodiesel devem possuir o certificado Selo Combustível Social (BRASIL, 2008b; CEIB, 2008).

O Selo Combustível Social é um certificado concedido pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) para o produtor industrial de biodiesel

que adquirir matéria-prima de agricultores familiares, obedecendo aos percentuais mínimos de 10% nas regiões Norte e Centro-Oeste, 30% nas regiões Sul e Sudeste e de 50% no Nordeste e Semiárido.

Os produtores devem estabelecer contratos com os agricultores familiares, definindo prazos e condições de entrega da matéria-prima, assim como os respectivos preços. Devem também garantir assistência e capacitação técnica aos agricultores (BRASIL, 2008b; CEIB, 2008).

O Selo Combustível Social permite ao produtor industrial, além da redução de tributos federais, a participação em leilões de compra do biocombustível, a diferenciação do seu produto frente aos concorrentes e a obtenção de melhores financiamentos (BRASIL, 2008b; CEIB, 2008).

Quanto ao financiamento, mesmo os produtores que não possuem a certificação Selo Combustível Social têm acesso a condições diferenciadas, pois há linhas de crédito com encargos financeiros reduzidos e prazos mais longos de carência e amortização para toda a cadeia produtiva do biodiesel (BRASIL, 2008b; CEIB, 2008).

Como o PNPB envolve diversas áreas com características bastante diferentes, o Governo Federal criou a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), formada por entidades de pesquisas localizadas em 23 estados da Federação, com o objetivo de consolidar um sistema gerencial de articulação dos diversos atores envolvidos na pesquisa, no desenvolvimento e na produção de biodiesel.

Desta forma, tornou-se possível a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos. A rede também se dedica à identificação e à eliminação de gargalos tecnológicos que surjam ao longo do processo produtivo. Isso é feito por meio de constante pesquisa e desenvolvimento tecnológico realizados no âmbito de parcerias entre instituições de P&D e o setor produtivo (BRASIL, 2004; CEIB, 2008).

Muitos países vêm estimulando a gradual substituição do petróleo por combustíveis de fontes renováveis, como o biodiesel, considerando sua expressiva capacidade de reduzir emissões de poluentes e de gases causadores do efeito estufa.

Melhorar as condições ambientais, sobretudo nos grandes centros metropolitanos, significa também melhorar a qualidade de vida da população e evitar gastos dos governos e dos cidadãos no combate aos males da poluição.

A atenção ao meio ambiente é uma das formas mais eficazes de projetar o nome de um país no cenário internacional, diante da visibilidade e da importância crescente do tema ambiental (CEIB, 2008).

O cultivo de matérias-primas e a produção industrial de biodiesel têm grande potencial de geração de empregos, possibilitando a inclusão

social, especialmente no caso da agricultura familiar. Assim, o desenvolvimento desse biocombustível tem grande importância nas regiões brasileiras nas quais a inclusão social é mais urgente, como o Semiárido, o Nordeste e o Norte (CIEB, 2008).

O uso de biodiesel favorece a agregação de valor às matérias-primas oleaginosas de origem nacional e o desenvolvimento da indústria nacional de bens e serviços. Também possibilita economizar divisas com a redução da importação de petróleo, gerando efetivos ganhos na Balança Comercial.

Ao reduzir a dependência do petróleo, esse combustível renovável se torna uma vantagem estratégica para o país. Em médio prazo, o biodiesel pode, ainda, ser uma importante fonte de divisas para o Brasil como um biocombustível que pode ser oferecido à comunidade mundial (BRASIL, 2008a; CEIB, 2008).

Dessa forma, o PNPB se baseia no tripé ambiente-sociedade-mercado e pretende contribuir para a redução das disparidades regionais, para a fixação do homem no campo, para o desenvolvimento econômico e para a preservação ambiental.

Alguns pontos fortes do biodiesel brasileiro são a possibilidade de cultivo de oleaginosas não consumidas na alimentação e a existência de áreas não propícias ao cultivo de gêneros alimentícios, mas com solo e clima favoráveis ao plantio de oleaginosas (BRASIL, 2004).

Assim, no que dizem respeito ao biodiesel brasileiro, as discussões sobre o aumento dos preços de gêneros alimentícios causado pela produção de biocombustíveis são minimizadas.

De acordo com o conteúdo do PNPB, no Ceará, o Governo incentiva a utilização de mamona cultivada por agricultores familiares como matéria-prima para a produção de biodiesel.

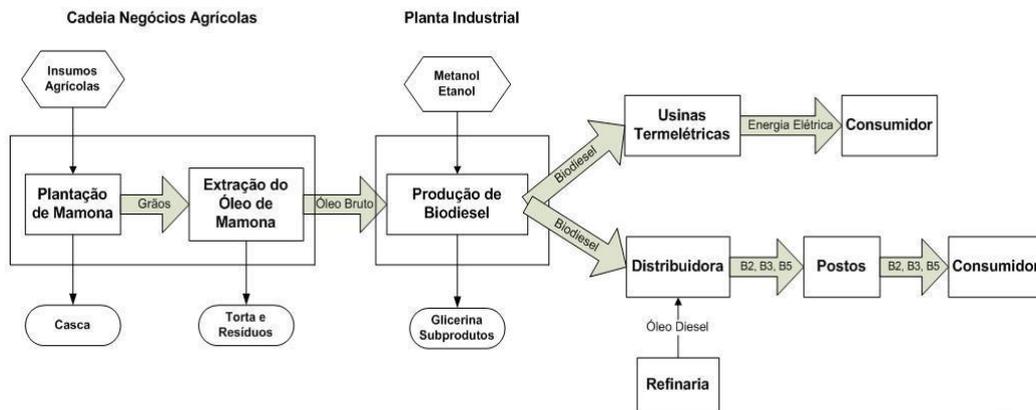
A produção do biocombustível pode ser desenvolvida em pequenas, médias e grandes usinas, conduzidas por produtores industriais ou, ainda, por associações e cooperativas de agricultores.

Quanto à utilização, o combustível pode substituir o óleo diesel tanto para fins de transporte, quanto para a geração de energia elétrica em usinas termelétricas. Essa segunda finalidade é especialmente importante para comunidades isoladas que não têm acesso à energia elétrica (CEIB, 2008).

A Figura 1 apresenta toda a cadeia produtiva do biodiesel para o Ceará, de acordo com o que é incentivado pelo governo e expresso no PNPB.

Figura 1: Cadeia Produtiva Sugerida pelo PNPB para o Ceará

Cadeia Produtiva Sugerida pelo PNPB para o Ceará



Fonte: Adaptado de Foster; Murta (2004, p. 140).

Metodologia

No sentido de alcançar o objetivo principal desta pesquisa, isto é, analisar a realidade da produção de biodiesel no Ceará à luz de um modelo de processo produtivo proposto para o setor pelo Governo Federal, optou-se por utilizar um estudo comparativo de dois casos que representam os tipos principais de usinas existentes no local: uma usina de pequeno porte, conduzida por agricultores, e outra usina de maior porte, conduzida por produtores industriais.

A natureza da pesquisa é qualitativa, justamente por se tratar de uma análise aprofundada das particularidades dessas usinas e de seu valor relativo dentro do setor. Considerando que a análise desses dois casos foi realizada a partir de um modelo previamente determinado de processo produtivo, pode-se inferir que o nível da pesquisa é explicativo.

A coleta de dados foi dividida em várias etapas: primeiramente, utilizou-se pesquisa bibliográfica e documental no sentido de identificar os intuítos principais do PNPB, caracterizar a aplicação do PNPB no Ceará e analisar a cadeia produtiva sugerida pelo PNPB, conforme os objetivos específicos desta pesquisa.

Na pesquisa bibliográfica foram realizadas leituras reflexivas, críticas e interpretativas dos fenômenos ligados à literatura pertinente à pesquisa. Foram examinadas impressões escritas (jornais e revistas) e

publicações (livros, dissertações, artigos científicos) sobre o tema em estudo. Foram efetuadas ainda pesquisas em portais eletrônicos governamentais e em bases de dados sobre o biodiesel.

Na pesquisa documental foram analisados documentos escritos encontrados em fontes públicas e particulares. Quanto aos arquivos públicos, foram examinados documentos oficiais, tais como: leis, resoluções, cartilhas governamentais e cadernos de estudos. Em relação aos arquivos particulares, foram investigados os registros disponibilizados nas visitas de campo ou em portais eletrônicos de instituições de ordem privada.

Ainda em relação à coleta de dados, realizaram-se, na pesquisa de campo, mais duas fases. Na primeira fase, visitou-se o município de Crateús, no interior do Ceará, onde está situada a maior usina de produção de biodiesel estudada. As técnicas utilizadas foram: observação direta, diário de campo e roteiro de entrevistas semiestruturado. Na segunda fase, isto é, no que diz respeito ao caso da mini-usina, optou-se por utilizar dados secundários disponibilizados em uma pesquisa previamente realizada no município de Quixeramobim, também no interior do estado. Essa decisão é justificada pelo detalhamento dos dados da pesquisa e pela adequação de seus objetivos às necessidades deste estudo, somados às dificuldades encontradas pelos pesquisadores em acessar os dados.

Por fim, realizou-se o tratamento dos dados coletados por meio da técnica da análise de conteúdo, com vistas à compreensão das particularidades do processo produtivo do biodiesel cearense. A análise de conteúdo visa identificar o que está sendo dito sobre determinado tema. Trata-se de um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção dessas mensagens.

De acordo com esses procedimentos metodológicos, pôde-se discorrer sobre os casos investigados e sobre os resultados encontrados, conforme será apresentado logo a seguir.

O Caso da Usina maior

A usina visitada está localizada em Crateús e pertence a uma das maiores empresas produtoras de biodiesel do país. Ela é a primeira usina produtora de biodiesel instalada no Ceará e possui o certificado Selo Combustível Social.

Parte da maquinaria utilizada na produção de biodiesel foi adquirida de uma fabricante de plantas de biodiesel e outra parte é uma adaptação das antigas máquinas algodoeirais, datadas de 1930. A unidade de

esmagamento de mamona tem capacidade de 16 mil m³/ano e a unidade de transesterificação tem capacidade de 108 mil m³/ano. A usina possui, aproximadamente, 180 funcionários, trabalhando em quatro turmas de rodízio de turnos e uma pequena área administrativa. Pode-se estimar cerca de 40 funcionários por turno.

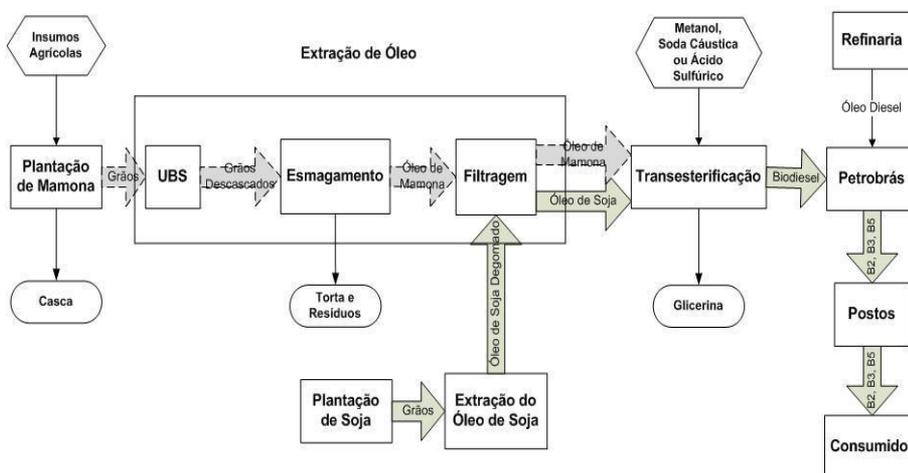
De acordo com as informações obtidas na visita técnica, o processo produtivo é composto por: plantação de mamona, extração do óleo de mamona e produção de biodiesel (transesterificação). A Figura 2 apresenta toda a cadeia produtiva na qual a usina está inserida.

A produção de mamona acontece em fazendas pertencentes à empresa, que são arrendadas para pequenos produtores. O cultivo da oleaginosa é feito através da agricultura familiar e em consórcio com culturas de subsistência, normalmente o feijão. A empresa fornece sementes e assistência técnica para os agricultores.

As sementes de mamona são colhidas, transportadas para a usina em sacos e armazenadas em silos. A fase de extração do óleo de mamona tem início na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), onde as sementes são descascadas mecanicamente e, caso necessário, passam por um processo de “debulhamento” manual. Em seguida, as sementes beneficiadas são esmagadas.

Figura 2: Configuração da cadeia produtiva observada na usina

Configuração da Cadeia Produtiva Observada na Usina



Fonte: Elaborada pelos autores.

A usina possui 13 esmagadoras adaptadas do processo de extração de óleo de algodão. Segundo os entrevistados, essas máquinas têm mais de 50 anos e sua capacidade total de esmagamento é inferior a de uma máquina nova implantada em outras unidades da empresa. O esmagamento de cada 100 kg de sementes descascadas de mamona gera 50 kg de óleo e 50 kg de torta. O óleo é filtrado (em um filtro de placas) e enviado para o processo de transesterificação. A torta é vendida como adubo para os produtores agrícolas da região.

Atualmente, a unidade de esmagamento está inoperante, pois foi embargada devido a um processo na justiça em que a usina é acusada de poluição ambiental. Segundo os entrevistados, o processo data de 1995 e foi reaberto em janeiro de 2007 pelo Ministério Público, logo que a unidade começou a operar. Esse é um passivo adquirido pela empresa a partir da compra da antiga usina algodoeira.

Por essa razão, a usina substituiu a mamona pela soja e, agora, adquire óleo de soja degomado, proveniente de empresas produtoras no Piauí e no Maranhão. A usina possui uma plataforma de recebimento do óleo de soja formada por tubulação (para transporte do óleo recebido de caminhões) e tanque de armazenamento. O óleo degomado recebido pela usina é submetido a um processo de filtragem e segue para a transesterificação.

A transesterificação ocorre a partir da reação de óleo de soja (óleo vegetal) com metanol (álcool) e soda cáustica ou ácido sulfúrico (catalisador), gerando biodiesel (éster) e glicerina (glicerol). A estequiometria da reação é a seguinte: 10 kg de Óleo de soja + 1,2 kg de Metanol + Catalisador = 01 kg de éster Metílico + 10 kg de Glicerol. Parte do metanol é recuperada após a reação para diminuir o custo de produção da usina.

Os principais insumos da produção de biodiesel na usina são: óleo de soja (vindo do Piauí e do Maranhão), catalisador (oriundo da Bahia, de alto custo de desenvolvimento), metanol (de alta pureza, oriundo da Bahia), água e energia elétrica.

A usina utiliza dois laboratórios para o controle de qualidade do biodiesel produzido. Um dos laboratórios está localizado em sua planta industrial e não é certificado pela ANP. Nele são feitos os testes básicos para que o produto atenda aos requisitos mínimos da ANP. Através dele, o controle do produto durante o processo é realizado, objetivando a qualidade do produto final.

Todo lote de biodiesel produzido na usina deve ser testado no segundo laboratório, certificado pela ANP e localizado em Eusébio, município próximo à capital do Estado. Assim, amostras de todos os lotes

são recolhidas e enviadas a este laboratório, onde são realizados testes mais completos, como cromatografia, análise de águas e traço de metanol, a fim de determinar se o combustível atende às especificações da ANP. Esse laboratório é responsável pela análise da produção da usina de Crateús e também das outras unidades da empresa no Nordeste, devido ao alto custo de instalação e manutenção de laboratórios como esse.

A unidade possui uma área de tancagem, onde o biodiesel é armazenado após o processamento. O combustível é, então, enviado para a unidade de carga de caminhões. A Petrobrás é responsável pela captação do biodiesel na usina e pela distribuição deste para ser misturado ao diesel. Essa coleta é realizada com a utilização de caminhões-tanque.

A produção de biodiesel da usina é vendida, por meio de leilões, para a Petrobrás, que mistura o biocombustível ao diesel e distribui o combustível pronto para o consumo.

A glicerina obtida na reação de transesterificação é enviada ao porto do Maranhão e transportada para China e Japão, onde é empregada na produção de sabão e sabonete.

O Caso da mini-usina

O caso analisado é um relato da pesquisa desenvolvida por Severino *et al.* (2005) e publicada no documento 136 da EMBRAPA Algodão.

Cinco Produtores Independentes de Energia (PIEs), motivados pelo interesse de avaliar a viabilidade técnica da produção de energia elétrica a partir de biomassa, implantaram um projeto de pesquisa com o objetivo de analisar o ciclo completo de produção de energia elétrica a partir de biodiesel de mamona. Houve a instalação de uma mini-usina na qual se deu a produção da matéria-prima, a extração do óleo de mamona e a produção de biodiesel. Em seguida, realizou-se a geração de energia elétrica em dois grupos-geradores, um alimentado com óleo de mamona *in natura* e outro alimentado com biodiesel puro (B100). O modelo permitiu a agregação de valor ao produto pelos próprios produtores rurais e suas associações e cooperativas.

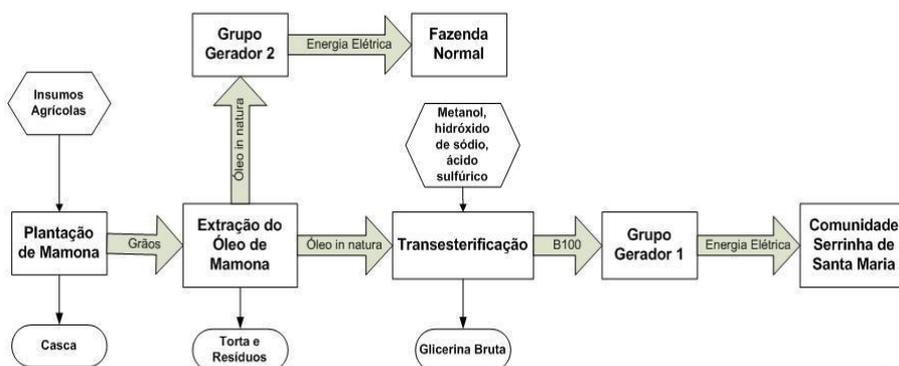
O modelo viabiliza a descentralização da produção de biodiesel, cortando custos e consumo de energia com o transporte da matéria-prima para a indústria de extração de óleo e com a distribuição do combustível para os consumidores. Esse modelo também permite a produção de energia elétrica em comunidades isoladas, nas quais a construção de linhas de transmissão se torna muito cara.

O projeto foi executado no município de Quixeramobim, no Ceará, de novembro de 2003 a outubro de 2004. As atividades agrícolas e

industriais foram desenvolvidas na Fazenda Normal, pertencente ao Governo do estado do Ceará e sob a administração da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE). A geração de energia e a distribuição aos domicílios foram feitas na Fazenda Normal e na comunidade rural “Serrinha de Santa Maria”. Figura 3 retrata toda a cadeia produtiva da mini-usina analisada.

Figura 3: Configuração da cadeia produtiva observada na mini-usina.

Configuração da Cadeia Produtiva Observada na Mini-Usina



Fonte: Elaborado pelos autores

A área planejada para o plantio de mamona era de 200 hectares. Parte dessa área plantada foi perdida por encharcamento e outra parte não foi plantada por impossibilidade de realização de preparo do solo, uma vez que a estação chuvosa começou mais cedo naquele ano. Desta forma, a área efetivamente colhida foi de 37 hectares e a produtividade média obtida foi de apenas 510 kg/ha; a meta era de 1500 kg/ha. Foi utilizada mão-de-obra local para o cultivo da oleaginosa.

Após a fase agrícola, seguiu-se a fase industrial, composta pela extração de óleo e pela transesterificação. Na unidade industrial de extração de óleo, foram instalados os equipamentos: descascador de frutos de mamona, cozinhador, prensa, decantador, aquecedor, filtro-prensa e triturador de torta.

O processo de extração do óleo de mamona se iniciou com o descascamento das sementes. Optou-se pelo beneficiamento mecanizado das sementes, uma vez que o descascamento manual exige grande

quantidade de mão-de-obra. Entretanto, nenhuma das máquinas utilizadas atingiu o rendimento esperado, apresentando baixa eficiência e alto custo de manutenção.

As sementes descascadas foram cozidas para reduzir a viscosidade do seu óleo e aumentar a eficiência da prensagem. As sementes foram prensadas e o óleo obtido foi depositado no decantador, para a separação das fases líquida (óleo) e sólida (torta). Por fim, o óleo foi aquecido e filtrado.

Os equipamentos dessa fase do processo produtivo também não apresentaram o funcionamento esperado, prejudicando o rendimento da extração do óleo de mamona. Além disso, o óleo obtido no final do processo de extração deveria ser refinado, mas a usina não possuía uma estrutura de refinamento. Dessa forma, a qualidade do óleo utilizado como matéria-prima na produção de biodiesel e, conseqüentemente, a qualidade do biodiesel em si foram prejudicadas.

O rendimento do processo de extração na mini-usina foi de apenas 35%, sendo que a semente de mamona contém 47% de óleo. O baixo rendimento obtido foi causado, principalmente, por:

- Perdas geradas por ineficiência do processo de prensagem - a torta, resíduo da prensagem, continha grande quantidade de óleo, exigindo uma extração complementar por solvente, que só é viável para grandes indústrias.
- Perda de óleo junto com resíduo do decantador e da borra de filtragem - o resíduo do processo de decantação e filtragem continha grande quantidade de óleo devido à alta viscosidade do óleo de mamona.

Na unidade de extração verificou-se ainda que a estrutura de refino é necessária para a produção de óleo com a qualidade exigida e que os equipamentos utilizados na extração de óleo de outras sementes precisam receber adaptações para que possam processar mamona.

A unidade de transesterificação tinha capacidade para 240 l/dia e dispunha de: circuito de resfriamento de água, circuito de óleo térmico, desumidificação do óleo *in natura*, preparação da solução metanólica de catalisador, transesterificação, separação das fases, lavagem, hidrólise, desumidificação do biodiesel, filtragem do biodiesel, recuperação do metanol e desidratação do metanol.

Para produzir 1.000 litros de biodiesel, foram consumidos 286 litros de metanol, 05 kg de hidróxido de sódio e 6,6 litros de ácido sulfúrico, gerando 110 litros de glicerina bruta.

O biodiesel obtido na usina atendeu às especificações mínimas para o produto, exceto para as características viscosidade e densidade. O

problema foi causado pelas características do óleo usado como matéria-prima, que estava em estado bruto e continha elevado teor de contaminantes. Assim, a utilização de óleo bruto comprometeu a qualidade do biodiesel. O problema poderia ser resolvido com a instalação de equipamentos para refinar o óleo bruto de mamona, mas isso implicaria em maior investimento e consumo de energia.

A glicerina é um importante subproduto do biodiesel e seu estado puro possui considerável valor comercial. Na mini-usina, entretanto, foi obtida pequena quantidade de glicerina e a instalação de uma coluna de destilação para purificar a glicerina bruta foi descartada devido à inviabilidade financeira.

O projeto foi concluído com a fase de geração de energia elétrica. Foram instalados dois grupos-geradores: um na Fazenda Normal e outro na comunidade “Serrinha de Santa Maria”.

O grupo-gerador instalado na Fazenda Normal foi alimentado com óleo de mamona *in natura* e ligado à rede de abastecimento convencional através de uma chave de intertravamento. Desta forma, a fazenda foi alimentada com a energia proveniente do óleo de mamona em alguns períodos do dia, utilizando o abastecimento convencional em seguida.

Para a utilização de óleo *in natura*, foi desenvolvido um *kit* de conversão que aquecia o óleo antes de sua entrada no motor, reduzindo sua viscosidade e permitindo o funcionamento normal do equipamento. No entanto, é preciso que o motor inicie e finalize seu funcionamento com biodiesel: no início, para aquecer o óleo de mamona e, no final, para evitar o esfriamento do motor com óleo em seu interior, o que causaria entupimento e danos em seus componentes.

Na comunidade Serrinha de Santa Maria, toda a estrutura de produção e distribuição de energia elétrica foi construída, uma vez que a comunidade não era eletrificada. A energia produzida a partir do biodiesel foi distribuída a uma escola, ao Centro Comunitário e a 26 residências (cada domicílio recebeu 06 pontos de luz em média). A chegada da energia trouxe muitas facilidades à população, tais como a utilização de aparelhos eletrodomésticos, principalmente televisão, rádio, liquidificador e geladeira. Os moradores criaram um fundo rotativo para operação e manutenção do sistema e os recursos do fundo foram empregados para remunerar os operadores do motor e para cobrir eventuais custos de manutenção. Os operadores do motor foram instruídos a respeito dos procedimentos operacionais e de segurança e o equipamento recebeu manutenção preventiva constantemente. O consumo médio foi muito baixo durante os 44 dias analisados, pois as casas possuíam poucos eletrodomésticos. Assim, o grupo-gerador funcionou com baixa carga e

obteve, conseqüentemente, baixa eficiência, consumindo 1.623 l/MWh. Caso o gerador tivesse funcionado com 75% de sua potência máxima, o consumo seria de apenas 298 l/MWh.

Considerações Finais

Os casos estudados permitiram verificar a viabilidade de produção de biodiesel no interior do estado, tanto para fins comerciais como para o consumo próprio de pequenas comunidades que não têm acesso à energia elétrica.

No entanto, a análise foi restrita a duas usinas localizadas no Ceará. Acredita-se que os resultados das análises seriam mais consistentes se envolvessem as demais usinas do estado ou ainda de outras regiões. Seria relevante assim uma replicação deste mesmo estudo em outras unidades e em outros estados. As observações e as conclusões devem, portanto, levar em conta esses fatores.

O processo produtivo proposto pelo Governo para o Ceará favorece a mamona como matéria-prima do processo produtivo de biodiesel. A agricultura familiar é a principal mão-de-obra para o cultivo da oleaginosa. Os agricultores podem vender mamona tanto beneficiada (os agricultores realizam o descascamento) como não-beneficiada (os produtores de biodiesel realizam o descascamento). O Governo não define um processo químico específico para a produção de biodiesel e esta pode ser realizada em usinas de maior capacidade e nível tecnológico ou, ainda, em mini-usinas, de menor capacidade e menor nível tecnológico. O biodiesel produzido pode ser destinado tanto ao transporte de veículos, misturado ao óleo diesel, quanto à geração de energia elétrica, importante para comunidades sem acesso à eletricidade.

O estudo dos casos permitiu verificar como a produção de biodiesel acontece na prática. O processo produtivo da usina maior segue o modelo proposto no PNPB. Entretanto, o embargo da unidade esmagadora (parte do processo de extração do óleo de mamona) obrigou a empresa a fazer modificações no modelo inicial. Atualmente a usina utiliza óleo de soja importado do Piauí e do Maranhão como matéria-prima. Assim, o processo produtivo compreende a produção de soja, a extração do óleo degomado de soja, que é comprado pela empresa, a filtragem do óleo adquirido e sua utilização no processo de transesterificação. O produto é vendido para a Petrobrás, que o mistura ao diesel fóssil e distribui para os postos, chegando ao consumidor final. Mesmo sem ser utilizada na produção, a mamona continua sendo produzida pelos agricultores familiares e é armazenada na usina.

O processo produtivo da mini-usina segue aquele proposto pelo governo no PNPB. A matéria-prima utilizada é a mamona, cujas sementes são beneficiadas e submetidas ao processo de extração. O óleo obtido é usado para a produção de biodiesel, que é destinado à geração de energia elétrica. O modelo mostrou a viabilidade de produção de eletricidade a partir de óleo de mamona *in natura*, assim como a partir de biodiesel.

A respeito dos elos fracos, conclui-se que a fase agrícola sofre com a baixa produtividade da mamona, com a necessidade de capacitação dos agricultores familiares e com a instabilidade climática da região, que faz a produtividade oscilar em uma larga faixa, podendo provocar falta ou excesso de matéria-prima. Já a fase industrial enfrenta problemas com o funcionamento dos equipamentos, o que comprometeu a qualidade do biodiesel produzido na mini-usina. A produção do biocombustível por associações e cooperativas de agricultores também requer o suporte de profissionais para o adequado funcionamento do processo.

Quanto aos elos fortes, é possível citar a venda do produto por meio de leilões, que asseguram a compra da produção e a distribuição feita pela Petrobrás, que garante a compra do biodiesel, uma vez que a quantidade produzida ainda é inferior à exigida pela legislação.

O presente trabalho contribui para demonstrar que a mamona e a agricultura familiar estão sendo empregadas na produção de biodiesel, embora os produtores não estejam obtendo a produtividade esperada com esse cultivo no semiárido. Além disso, verificou-se que os processos produtivos observados nas organizações produtoras do biocombustível no estado seguem o modelo sugerido pelo PNPB. Isso pode ser um indicativo de que o Governo está adotando uma política de incentivos fiscais adequada.

Referências

BRASIL. Biodiesel. O novo combustível do Brasil. Programa nacional de produção e uso do biodiesel. **Cartilha**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/cartilha.pdf>>. Acesso em: 20 de abril de 2008.

BRASIL. Lei nº. 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 de janeiro de 2005. Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br/docs/lei11097_13jan2005.pdf>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2008.

BRASIL. Resolução CNPE nº 2, de 13 de março de 2008. Estabelece em três por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, nos termos do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 de março de 2008. Disponível em <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/folder_resolucoes/resolucoes_cnpe/2008/rcnpe%20%20-%202008.xml>. Acesso em: 20 de abril de 2008a.

BRASIL. Biodiesel: o novo combustível do Brasil. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). **Folder**. Brasília, [200-]. Disponível em: <
http://www.biodiesel.gov.br/docs/Folder_biodiesel_portugues_paginado.pdf>. Acesso em: 21 de abril de 2008b.

CEIB - COMISSÃO EXECUTIVA INTERMINISTERIAL. **Programa nacional de produção e uso de biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/>>. Acesso em: 20 de abril de 2008.

FOSTER, M. G.; MURTA, M. S. Pré-estudo de viabilidade técnica e econômica da implantação de um pólo para produção de biodiesel no semi-árido nordestino. In: HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Caderno de altos estudos, série n. 1. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004. P. 131-150.

FRONDEL, M.; PETERS, J. Biodiesel: a new oildorado? **Energy Policy**, v. 35, n. 3, p. 1675-1684, mar. 2007.

GORE, A. **Uma verdade inconveniente**: o que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global. Barueri: Manole, 2006.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Caderno de altos estudos, série n. 1. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004.

PARENTE JR., E.; BRANCO, P. T. C. Análise comparativa entre etanol e metanol visando sua utilização como coadjuvante químico na produção do biodiesel. In: HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Caderno de altos estudos, série n. 1. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004.

PAULILLO, L. F.; VIAN, C. E. F.; SHIKIDA, P. F. A.; MELLO, F. T. Álcool combustível e Biodiesel no Brasil: quo vadis? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 3, p. 531-565, jul./set. 2007.

PRATES, C. P. T.; PIEROBON, E. C.; COSTA, R. C. Formação do mercado de biodiesel no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 39-64, mar. 2007.

SEVERINO, L. S.; PALMA, H.; ANHALT, J.; ALBUQUERQUE, I. C.; PARENTE JÚNIOR, E. Produção de biodiesel e geração de energia elétrica a partir de óleo de mamona em Quixeramobim, CE. **EMBRAPA Algodão**, n.136. Campina Grande, out. 2005.