

Análise das Configurações da Cadeia Produtiva do Biodiesel no Ceará

Autoria: Themisa Araújo Barroso Pimentel, José Carlos Lázaro da Silva Filho, Raphael de Jesus Campos de Andrade

Resumo

A implementação da cadeia produtiva do biodiesel no Ceará está diretamente ligada à oportunidade de desenvolvimento sustentável do semi-árido brasileiro e a discussões sobre sustentabilidade global através do uso de biocombustíveis. O Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) visando organizar a cadeia produtiva, definir as linhas de financiamento, estruturar a base tecnológica e editar o marco regulatório do novo combustível. Neste contexto, surgem os seguintes questionamentos: quais são os objetivos governamentais quanto ao desenvolvimento da produção do biodiesel no Ceará? Como estes objetivos se refletem na realidade cearense? A pesquisa consiste num estudo comparativo de dois casos que representam os principais tipos de usinas locais, com enfoque explicativo. Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa qualitativa. Utilizou-se da pesquisa documental e bibliográfica e estudo de campo. A técnica de tratamento dos dados foi a análise de conteúdo. Verificou-se que as cadeias produtivas observadas nas organizações produtoras do biocombustível no estado seguem o modelo sugerido pelo PNPB. Isto pode ser um indicativo de que o Governo está adotando uma política de incentivos fiscais adequada.

Introdução

A implementação da cadeia produtiva do biodiesel no Ceará está diretamente ligada à oportunidade de desenvolvimento sustentável do semi-árido brasileiro e a discussões sobre sustentabilidade global através do uso de biocombustíveis.

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 conseqüente expansão dos conglomerados urbanos são acompanhados pelo aumento gradativo dos problemas sociais e ambientais.

O Ceará enfrenta esta realidade. Por um lado, a maioria das cidades no interior do estado não apresenta economia desenvolvida e 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, entretanto, estas 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. São eles: 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 “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 e a eliminação de resíduos decorrente das atividades produtivas têm gerado conseqüências indesejáveis e perigosas para o ambiente e a humanidade. Desta forma, faz-se necessária uma atuação consciente que atenda necessidades econômicas, sociais e ambientais do mundo e da humanidade 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 deste combustível; 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 através 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 e incentivo do Governo brasileiro ao desenvolvimento do biodiesel, apoiado, principalmente, na premissa de ser o biodiesel uma alternativa para promoção de inclusão social e desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável. Neste contexto, surgem os seguintes questionamentos: quais são os objetivos governamentais quanto ao desenvolvimento da produção do biodiesel no Ceará? Como estes objetivos se refletem na realidade cearense?

Em função desse questionamento, pode-se dizer que o objetivo geral do presente trabalho é analisar a realidade da produção de biodiesel no Ceará à luz do modelo de cadeia produtiva proposto para o setor pelo Governo Federal. Os objetivos específicos são: identificar os intuitos principais do PNPB; caracterizar a aplicação do PNPB no Ceará; analisar a cadeia produtiva sugerida pelo PNPB; e analisar a configuração desta nas organizações produtoras de biodiesel no estado, identificando pontos fortes e fracos e a conformidade desta com o modelo sugerido.

O trabalho é composto pela presente introdução, seguido por referencial teórico, metodologia, análise de casos, discussão dos resultados, considerações finais e, finalmente, referências bibliográficas.

Biodiesel

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 a adição de 2% de biodiesel ao diesel em caráter voluntário. A partir de janeiro de 2008, a mistura de 2% passou a ser obrigatória e, em março deste ano, uma decisão do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) elevou o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel para 3% a partir de julho do mesmo ano. De acordo com a Lei 11.097, o percentual obrigatório de mistura passará a 5% em 2013 (BRASIL, 2005; BRASIL, 2008a).

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 substituição do óleo diesel (HOLANDA, 2004; PRATES; PIEROBON; COSTA, 2007; FRONDEL; PETERS, 2007).

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, o que gerou maior competitividade entre elas e grande diversidade regional da produção, devido à viabilidade de aproveitamento das características locais (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.

Espécie	Origem do Óleo	Teor de Óleo (%)	Meses de Colheita/ano	Rendimento (ton. óleo/ha)
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	3	0,5 - 1,9
Colza/Canola	Grão	40 - 48	3	0,5 - 0,9
Mamona	Grão	45 - 50	3	0,5 - 0,9
Amendoim	Grão	40 - 43	3	0,6 - 0,8
Soja	Grão	18	3	0,2 - 0,4
Algodão	Grão	15	3	0,1 - 0,2

Tabela 1: Características de culturas oleaginosas no Brasil.

Fonte: Paulillo et al (2006) apud 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, não havendo plantios comerciais que permitam avaliar suas reais potencialidades, e outras ainda são cultivadas com baixo índice de tecnologia, exigindo maior investimento na P&D de variedades e de equipamentos para mecanização (PAULILLO et al, 2007).

O biodiesel é um éster e 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 são empregados dois tipos principais de álcoois: 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 álcoois 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 rota 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).

Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)

O Governo Federal lançou o PNPB em dezembro de 2004, apoiado na crescente demanda por combustíveis de fontes renováveis e no potencial brasileiro para atender parte desta 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).

Através do PNPB, o Governo Federal organizou a cadeia produtiva, 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 implementação 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; 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, sendo que esta 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 destes 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 Semi-Árido e de dendê produzido no Norte. Para usufruir destes 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 Semi-Árido. Além disso, 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 financiamento 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 na evolução do PNPB. Isto será feito através 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. Além disso, 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 (a cadeia produtiva do biodiesel) têm grande potencial de geração de empregos, possibilitando a inclusão social, especialmente se for utilizada agricultura familiar. Assim, o desenvolvimento deste biocombustível tem grande importância nas regiões brasileiras onde a inclusão social é mais urgente, como o Semi-Árido, o Nordeste e o Norte (CEIB, 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 diesel de petróleo, gerando efetivos ganhos na Balança Comercial. Ao reduzir a dependência do petróleo, este combustível renovável torna-se 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 diz respeito ao biodiesel brasileiro, as discussões sobre o aumento dos preços de gêneros alimentícios causado pela produção de biocombustíveis são minimizadas.

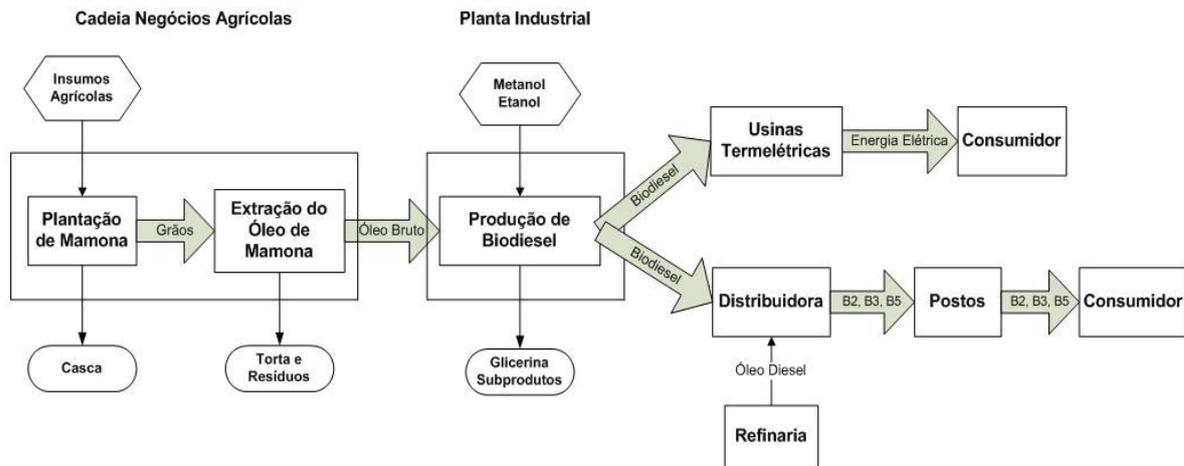
Biodiesel no Ceará

De acordo com o conteúdo do PNPB, o Governo incentiva a utilização de mamona cultivada por agricultores familiares como matéria-prima para a produção de biodiesel no Ceará. 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. Esta segunda finalidade é especialmente importante para comunidades isoladas que não têm acesso à energia elétrica (CEIB, 2008). O quadro 1 apresenta a cadeia produtiva do biodiesel para o Ceará, de acordo com o que é incentivado pelo governo e expresso no PNPB.

Cadeia Produtiva Sugerida pelo PNPB para o Ceará



Quadro 1: 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 cadeia produtiva 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: usinas de pequeno porte, conduzidas por agricultores, e usinas de maior porte, conduzidas 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 intuitos 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 e pesquisas) sobre o tema em estudo. Foram efetuadas ainda pesquisas em portais eletrônicos governamentais sobre o biodiesel e em bases de dados.

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 a observação direta, o diário de campo e um roteiro de entrevistas semi-estruturado. 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. Esta 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 quando o acesso aos dados.

Por fim, realizou-se o tratamento dos dados coletados por meio da técnica da análise de conteúdo, com vistas à compreensão das particularidades da cadeia produtiva 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 destas mensagens.

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

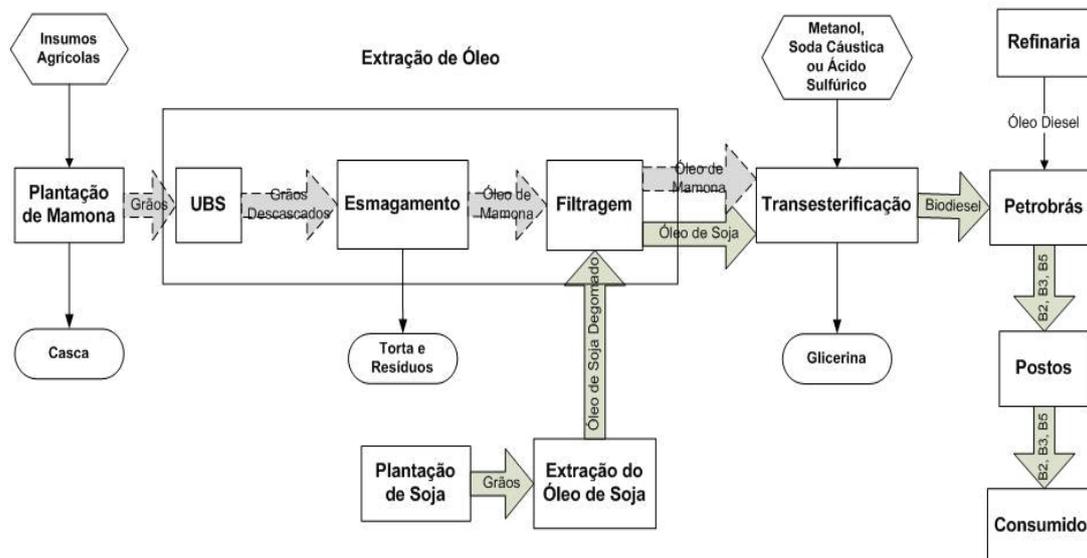
Caso da Usina

A usina visitada está localizada em Crateús e pertence a uma das maiores empresas produtoras de biodiesel do país. Nesta localidade, a empresa adquiriu uma antiga fábrica processadora de algodão em 2004 e instalou sua planta de produção em 2006, que entrou em funcionamento no mesmo ano. Foi 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 algodoeiras, 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. Possui, aproximadamente, 180 funcionários, trabalhando em 4 turmas de rodízio de turnos e uma pequena área administrativa. Pode-se estimar cerca de 40 funcionários por turno e cerca de 20 no setor administrativo e no laboratório.

De acordo com as informações obtidas na visita técnica, a cadeia de processamento planejada pela empresa para a unidade de Crateús é composta por: Plantação de mamona, Extração do óleo de mamona e Produção de biodiesel (transesterificação).

Configuração da Cadeia Produtiva Observada na Usina



Quadro 2: Configuração da Cadeia Produtiva Observada na Usina.

Fonte: Elaborada pelos autores.

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, a quem pertence a produção.

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. 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 à de uma só máquina nova implantada em outras unidades da empresa. Pode-se afirmar que o esmagamento de cada 100kg de sementes descascadas de mamona gera 50kg de óleo de mamona e 50kg 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. Este seria um passivo adquirido pela empresa a partir da compra da antiga usina algodoeira.

Por esta razão, a usina substituiu a mamona pela soja e, agora, adquire óleo de soja degomado, proveniente de empresas produtoras no Piauí e no Maranhão, que passou a ser a matéria-prima utilizada no processo produtivo. 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) na presença de soda cáustica ou ácido sulfúrico (catalisador), gerando biodiesel (éster) e glicerina (glicerol). A estequiometria da reação é a seguinte: 10kg de Óleo

de soja + 1,2kg de Metanol + Catalisador = 1kg de éster Metílico + 10kg 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 no 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. Este 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 este.

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. Esta coleta é realizada com a utilização de caminhões-tanque.

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

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.

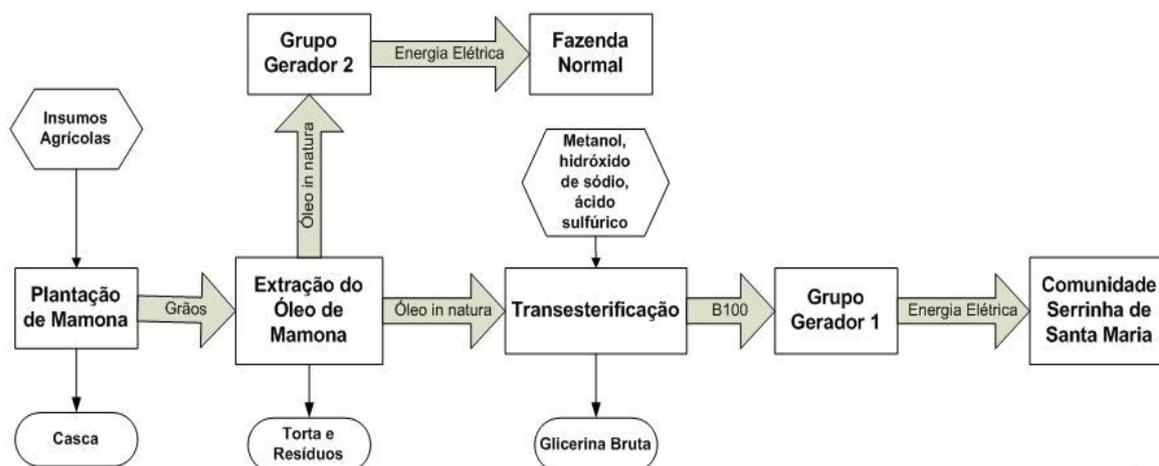
Cinco Produtores Independentes de Energia (PIEs), motivados pelo interesse de avaliar a viabilidade técnica da produção de energia elétrica a partir de biomassa, implantaram um projeto de pesquisa com o objetivo de analisar o ciclo completo de produção de energia elétrica a partir de biodiesel de mamona.

Houve a instalação de uma mini-usina, onde 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. Este modelo também permite a produção de energia elétrica em comunidades isoladas, para onde a construção de linhas de transmissão se torna muito caro.

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”. O quadro 3 retrata a cadeia produtiva da mini-usina analisada.

Configuração da Cadeia Produtiva Observada na Mini-Usina



Quadro 3: Configuração da Cadeia Produtiva Observada na Mini-Usina.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A área planejada para o plantio de mamona era de 200 hectares, mas parte da área plantada foi perdida por encharcamento e outra parte não foi plantada por impossibilidade de realização do preparo de 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, sendo que 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 desta 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, 5 kg de hidróxido de sódio e 6,6 litros de ácido sulfúrico e o processo gerou 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 isto 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 6 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

A pesquisa permitiu identificar os objetivos governamentais com a implementação da produção e do uso de biodiesel, expressos no PNPB, e também a cadeia produtiva sugerida pelos incentivos do Governo para o Ceará. Além disso, os casos estudados permitiram verificar a viabilidade de produção de biodiesel no interior do estado, tanto para fins comerciais como consumo próprio de pequenas comunidades que não têm acesso a energia elétrica.

No entanto, a análise foi restrita a duas usinas 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 estes fatores.

A cadeia produtiva proposta 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), quanto 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 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. A cadeia produtiva inicial da usina analisada segue o modelo proposto no PNPB, entretanto, o embargo da unidade esmagadora (parte do processo de extração do óleo de mamona) obrigou a empresa fazer modificações no modelo inicial. Atualmente a usina utiliza óleo de soja importado do Piauí e do Maranhão como matéria-prima. Assim a cadeia produtiva 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.

A cadeia produtiva da mini-usina segue aquela proposta 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 distribuição, feita pela Petrobrás, e a garantia de compra do biodiesel, uma vez que a quantidade produzida ainda é inferior à exigida pela legislação e a venda do produto através de leilões que asseguram a compra da produção.

O presente trabalho contribui para demonstrar que a mamona e a agricultura familiar estão sendo empregadas na produção de biodiesel. Apesar de os produtores não estarem obtendo a produtividade esperada com o cultivo da oleaginosa no semi-árido. Além disso, verificou-se que as cadeias produtivas observadas nas organizações produtoras do biocombustível no estado seguem o modelo sugerido pelo PNPB. Isto pode ser um indicativo de que o Governo está adotando uma política de incentivos fiscais adequada.

Referências Bibliográficas

- 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>. Acessado 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 oilorado? **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.