

Análise da viabilidade tecnológica da cadeia produtiva do biodiesel no Estado do Ceará

Breno Barros Telles do Carmo (PETRAN – UFC) – brenotelles@hotmail.com
• Av. Norte, 2155, apto 1203, Bairro Luciano Cavalcante, CEP 60813-670, Fortaleza-CE
Marcos Ronaldo Albertin (DEMP – UFC) – albertin@ufc.br
Nadja Glheuca Silva Dutra (PETRAN – UFC) – nadja@det.ufc.br
Maxweel Veras Rodrigues (DEMP – UFC) – maxweel@terra.com.br

Resumo

Este estudo propõe a análise da viabilidade tecnológica da cadeia produtiva do biodiesel (CPB) no Ceará. Através de um estudo exploratório e descritivo objetiva-se, inicialmente, mapear demandas e ofertas tecnológicas de produtos, de processos e de gestão, identificando os gaps tecnológicos em cada elo desta cadeia. O levantamento de informações ocorreu através de visitas técnicas, pesquisa bibliográfica, participação em congressos e entrevistas com empresários e pesquisadores. Para cada elo, foram identificados os principais gargalos tecnológicos, desde o processo de plantio e manejo de oleaginosas, seu esmagamento indo até a produção de biodiesel. O grande gargalo identificado, dentre outros, foi a necessidade de tecnologias de gestão nas empresas fabricantes de equipamentos, falta de competências em agronegócios e no associativismo da agricultura familiar para gerir micro-usinas de esmagamento e refino, tecnologias para agregação de valor e aplicação de co-produtos, bem como e a falta de mamona como matéria-prima. A superação destes gaps tecnológicos poderá contribuir para o desenvolvimento deste arranjo produtivo, amenizando os problemas ambientais e socioeconômicos do Estado e promovendo a inclusão econômica de milhares de famílias no semi-árido nordestino.

Palavras-chave: Demandas e ofertas tecnológicas; Cadeia produtiva; Biodiesel

Abstract

The purpose of this study is to investigate the technological structure of the biodiesel productive chain (CPB) in Ceará. The objective is, initially, to map the demands and technological offers of products, processes and management, identifying opportunities and challenges for regional development. The survey of information from this exploratory and descriptive study occurred through technical visits, literature, participation in seminars and conferences, and interviews with entrepreneurs and researchers. The major technology gaps and opportunities were identified for each link of the CPB, from the process of planting and managing the product and its crushing to the refinement of the biodiesel. The greatest needs encountered included, the need for technological management in companies that manufacture equipment, lack of agribusiness skills and in the associations of family farming to manage the micro power plant crushing and refinement, technologies to add value and apply co-products as well as the lack of mamona as a raw material. Overcoming these technology gaps will contribute to the sustainable development of CPB, mitigating the environmental and socioeconomic problems of the State and promoting economic inclusion of thousands of families in the semi-arid northeast.

Keywords: Productive chain. Biodiesel. Demands and Technological Offers

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS DA PESQUISA

O movimento atual ao redor de energias renováveis trouxe a tona a possibilidade concreta de produção de combustível a partir de plantas oleaginosas, o chamado biodiesel. Observa-se um grande investimento por parte do setor público e privado nesta fonte de energia. Existem diversas cadeias produtivas envolvidas com a do biodiesel que podem gerar oportunidades de desenvolvimento regional.

Assim, a cadeia produtiva do biodiesel (CPB) representa uma real oportunidade de negócio para a região do Ceará e do Nordeste, em geral, através do potencial sequeiro. O desenvolvimento sustentável desta cadeia poderá contribuir para amenizar os problemas ambientais e socioeconômicos do Estado e promover a inclusão econômica de milhares de famílias no semi-árido nordestino. Esta inclusão se dá pela inserção das famílias de agricultores no cultivo de oleaginosas e produção do óleo vegetal que serve de matéria-prima para o refino do biodiesel.

Outro aspecto importante é o grande potencial para o cultivo de plantas oleaginosas devido ao clima favorável a estas culturas e à grande extensão territorial. Vale ser ressaltado que a produção deste combustível vem como uma alternativa aos derivados de petróleo, que pode significar, em longo prazo, uma independência energética para o país. O Brasil já desponta no cenário mundial como um dos maiores produtores de biodiesel, com tecnologia própria e avançada.

Neste contexto, Accarini (2007) entende que o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) tem os seguintes princípios orientadores:

- Promover a inclusão social: geração de emprego e renda, especialmente na agricultura familiar e atenuar disparidades regionais;
- Desenvolvimento sustentável;
- Assegurar a qualidade nas diferentes rotas tecnológicas.

Estes princípios também fortalecem a agricultura familiar através do selo combustível social, diferenciação no modelo tributário e outras políticas, como tecnologia social, empregadas para garantir a lógica dos princípios orientadores (ACCARINI, 2007).

No sentido de analisar o negócio do biodiesel no âmbito tecnológico, este trabalho busca fazer uma investigação das demandas tecnológicas existentes em cada elo da CPB e as ofertas de tecnologias disponíveis pelas empresas locais. Busca-se identificar os principais gaps tecnológicos e oportunidades para garantir o desenvolvimento deste segmento industrial no Estado do Ceará e em cada elo da CPB. Para tanto, foram considerados os processos de pesquisa, certificação do produto, laboratório, controle de qualidade, cultivo, armazenamento, transporte, moagem, refino, distribuição, projeto e fabricação de equipamentos e de plantas industriais de pequeno, médio e grande porte.

2. CADEIAS PRODUTIVAS

Segundo Slack et al. (2002, p. 170), “nenhuma operação produtiva existe isoladamente, ou seja, todas as operações fazem parte de uma rede maior, interconectada com outras operações, incluindo fornecedores e clientes”. Farina et al. (1992) entendem que os processos de negócios criam e agregam valor ao cliente. As empresas baseadas em processos são consideradas cada vez menos autônomas e estão se tornando um elo inter relacionado dentro de uma cadeia produtiva. Chase et al. (2006) entendem que as cadeias produtivas são essenciais para entender como funciona todo o ciclo desde a obtenção da matéria-prima até o produto final.

Para a análise de uma cadeia produtiva, faz-se necessário a segmentação da mesma. Para Batalha e Silva (2001) uma cadeia de produção pode ser segmentada de jusante (início da cadeia) à montante (final da cadeia).

Chopra e Meindl (2003) entendem que as cadeias produtivas são compostas por redes, podendo um elo ter vários fornecedores e fornecer para diferentes elos subsequentes. Assim, Pires (2004) define “rede de suprimentos” para descrever a estrutura da maioria das cadeias produtivas. Slack et al. (2002, p. 415) definem redes de suprimentos como sendo “todas as unidades produtivas que estão interligadas para prover o suprimento de bens e serviços até os clientes finais”.

Observam-se os múltiplos relacionamentos entre a empresa estudada, seus fornecedores e clientes. Aqueles que têm ligação direta com ela, são qualificados como pertencentes à primeira camada. Os fornecedores dos fornecedores e os clientes dos clientes são chamados de segunda camada e, assim, sucessivamente, conforme a Figura 1.

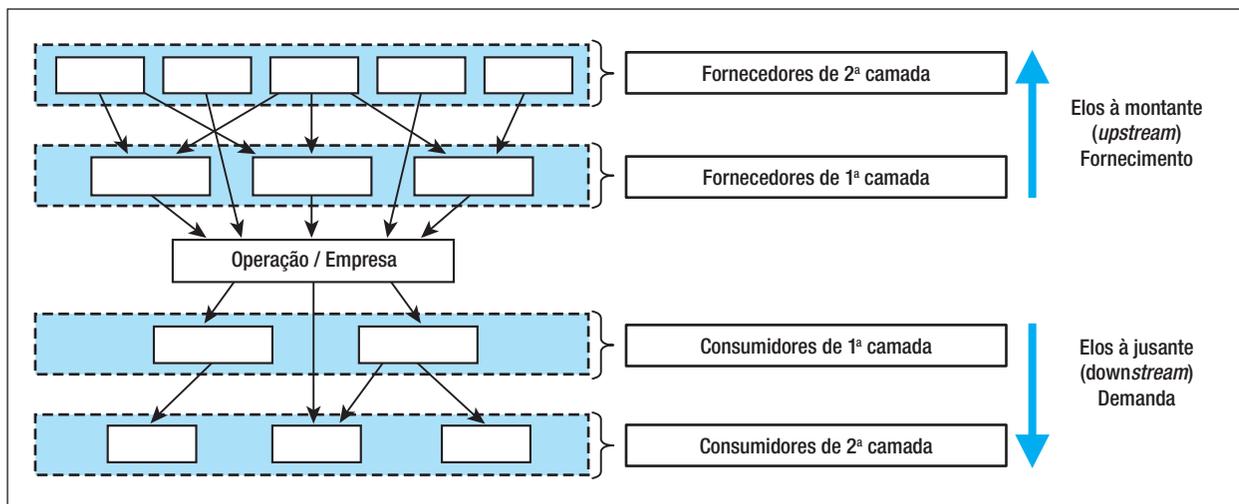


FIGURA 1 – Representação de uma cadeia produtiva

Fonte: Saraiva Junior et al., (2007).

O mapeamento da cadeia produtiva e dos seus respectivos elos facilita a visualização das atividades específicas, bem como as tecnologias necessárias para o processo podendo-se identificar, de forma mais clara, as demandas tecnológicas requeridas pela cadeia produtiva e a oferta tecnológica das empresas atuantes em cada elo.

Os elos estão relacionados entre si e a gestão destas relações pode ser conceituada como governança da cadeia produtiva. A intensidade das inter-relações comerciais e extra-comerciais está relacionada com a geração de conhecimento e a inovação necessária para garantir a competitividade dos arranjos produtivos (ALBERTIN, 2003).

Cada elo da cadeia produtiva está cercado de necessidades tecnológicas para que o processo possa ocorrer. O próximo tópico trata de tecnologia como elemento fundamental dentro de uma cadeia produtiva.

3. TECNOLOGIAS

O conceito de tecnologia surgiu em 1705 com a invenção do motor a vapor. Esta tecnologia foi a base para a industrialização onde, para o seu desenvolvimento, foram aplicados os conhecimentos de geração de energia associados ao movimento. A aplicação prática de uma teoria deu origem a um bem.

Segundo Longo (1996), a tecnologia está associada à facilitação da vida, buscando a aplicação da ciência no bem-estar coletivo. O mesmo autor entende que “tecnologia é o conjunto organizado de todos os conhecimentos científicos, empíricos ou intuitivos, empregados no setor produtivo de bens e serviços”.

As tecnologias estão divididas em três grupos principais: tecnologias de produto, tecnologias de processo e tecnologias de gestão. Estas podem ser aplicadas a diferentes setores da economia. Baxter (1998) defende que a tecnologia do produto está relacionada à identificação das necessidades dos consumidores. Esta necessidade é vista como uma oportunidade de negócio, onde tem vantagem a empresa que primeiro solucionar esta demanda. Assim, elas estão associadas às inovações em produtos. Slack et al. (2002) entendem que as tecnologias de processo envolvem os métodos de transformação, com o objetivo-fim de melhorar a eficácia e a eficiência das operações produtivas. Já as tecnologias de gestão tratam dos modelos de gerência e administração adotados nas organizações (CORRÊA et al., 2004).

Existe ainda o termo “tecnologia social” que tem sido usado para o conjunto de conhecimentos aplicados a produtos, técnicas e metodologias desenvolvidas na interação com a comunidade e que represente efetivas soluções de transformação social. Considera-se apoio técnico, crédito, disponibilidade de melhorias genéticas de sementes, treinamento, assessoramento, entre outros.

Com os conceitos estabelecidos, será abordada a metodologia de pesquisa adotada e, em seguida, a caracterização da cadeia produtiva em estudo, entrando na questão-chave do presente trabalho, que é a avaliação da viabilidade tecnológica da CPB para o Estado do Ceará.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

A produção de conhecimentos científicos se faz a partir de resultados obtidos por meio de pesquisas que requerem a adoção de uma metodologia que auxilie o pesquisador na criação, desenvolvimento e conclusão do trabalho (YIN, 2005). O presente trabalho possui um caráter fundamentalmente exploratório, com a finalidade de reunir, analisar e interpretar as informações coletadas a respeito do objetivo de identificar os gargalos tecnológicos da CPB no Ceará, permitindo a realização de uma avaliação tecnológica da cadeia na região. Neste sentido, a pesquisa possui um caráter descritivo qualitativo, pois descreve a opinião de especialistas sobre o assunto em questão.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para a identificação dos elos da CPB e os relacionamentos entre os mesmos. Com base nestas informações, foram pesquisadas as demandas tecnológicas necessárias em cada um deles. O levantamento de informações ocorreu através de pesquisas em livros, periódicos e artigos, visitas técnicas realizadas em empresas representantes de cada elo e participação nos eventos “Futuro do Biodiesel no Ceará” e “II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel”, além de entrevistas com empresários e centro de pesquisas.

Esta pesquisa foi realizada por uma equipe de professores e alunos, ao longo do ano de 2007, apoiados pelo CNPq, BNB e FUNCAP. Para tanto, foi elaborado um questionário semi estruturado com perguntas abertas, que auxiliavam a obtenção das informações desejadas durante as visitas técnicas. Os resultados preliminares foram apresentados, validados e discutidos com especialistas na CPB.

5. CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL NO ESTADO DO CEARÁ

Holanda (2006) define o Biodiesel como sendo a denominação genérica para combustíveis e aditivos provenientes de fontes renováveis de energia, como as plantas oleaginosas. Dentre as principais matérias-primas para a produção do biodiesel encontram-se: óleos vegetais, gordura animal e óleos e gorduras residuais. Como exemplos de óleos vegetais podem-se citar o babaçu, a soja, a palma, o pinhão-manso e a mamona. Dentre as gorduras animais, destacam-se o sebo bovino, os óleos de peixes, o óleo de mocotó, a banha de porco, entre outros. O biodiesel pode ser considerado um excelente aditivo verde para o óleo diesel, pois ele substitui o enxofre, garantindo a lubrificidade e diminui o impacto ambiental (HOLANDA, 2006).

A CPB está em fase inicial de desenvolvimento no Brasil, com um desenvolvimento tecnológico pioneiro na Universidade Federal do Ceará (UFC) através de pesquisas desenvolvidas pelo Prof. Expedito Parente. A sua expansão e desenvolvimento está influenciando positivamente o desenvolvimento da Região Nordeste.

A cultura da mamona pode se tornar um importante instrumento de geração de renda no Nordeste para 2 milhões de famílias de agricultores vivendo, no sequeiro, em péssimas condições (PARENTE, 2003). Segundo Mendes (2005), citando estimativas governamentais, a região concentra cerca de 4 milhões de hectares apropriados para o cultivo da mamona. Esta região apresenta condições climáticas favoráveis, pois a mamona tolera a seca, exige luminosidade e calor (BELTRÃO, 2002 apud MENDES, 2005). O zoneamento agrícola identifica as regiões e períodos mais propícios à ricinocultura, permitindo diminuir os riscos da inviabilidade econômica. A Embrapa mapeou 74 municípios mais propícios para esta cultura no Ceará do total de 448 municípios no semi-árido nordestino (Embrapa, 2004 apud Silva, 2006). Foram selecionados municípios que apresentam temperatura média do ar entre 20°C e 30°C, precipitação pluvial no período chuvoso superior a 500 mm e altitude entre 300m e 1500m (HOLANDA, 2006).

Estima-se que, para cada real investido na agricultura familiar, é possível gerar um acréscimo de renda de R\$ 2,24. No Semi-árido, afirma o mesmo autor, a receita bruta de uma família, a partir do cultivo de cinco hectares com mamona e uma produção média entre 700 e 1,2 mil quilos por hectare, pode variar entre R\$ 2,5 mil e R\$ 4,2 mil. Para isto, é necessário obter o preço da mamona por R\$ 0,70/kg e a área pode ser consorciada com outras culturas, como o feijão e o milho. Existe, ainda, a possibilidade de renda proveniente da torta e do farelo de mamona.

Atualmente, cerca de 20 mil famílias produtoras de sementes oleaginosas têm contratos de venda com as usinas de biodiesel. Em visita a uma das empresas pertencentes ao elo de produção de biodiesel, observou-se que a mesma objetiva trabalhar com 50 mil famílias no Nordeste até o próximo ano.

A Figura 2 ilustra o funcionamento da CPB. Esta seqüência de atividades culmina no produto final: o biodiesel. Como subprodutos desta cadeia têm-se a torta de mamona e a glicerina, que podem servir de matéria-prima para outras cadeias produtivas de centenas de produtos.

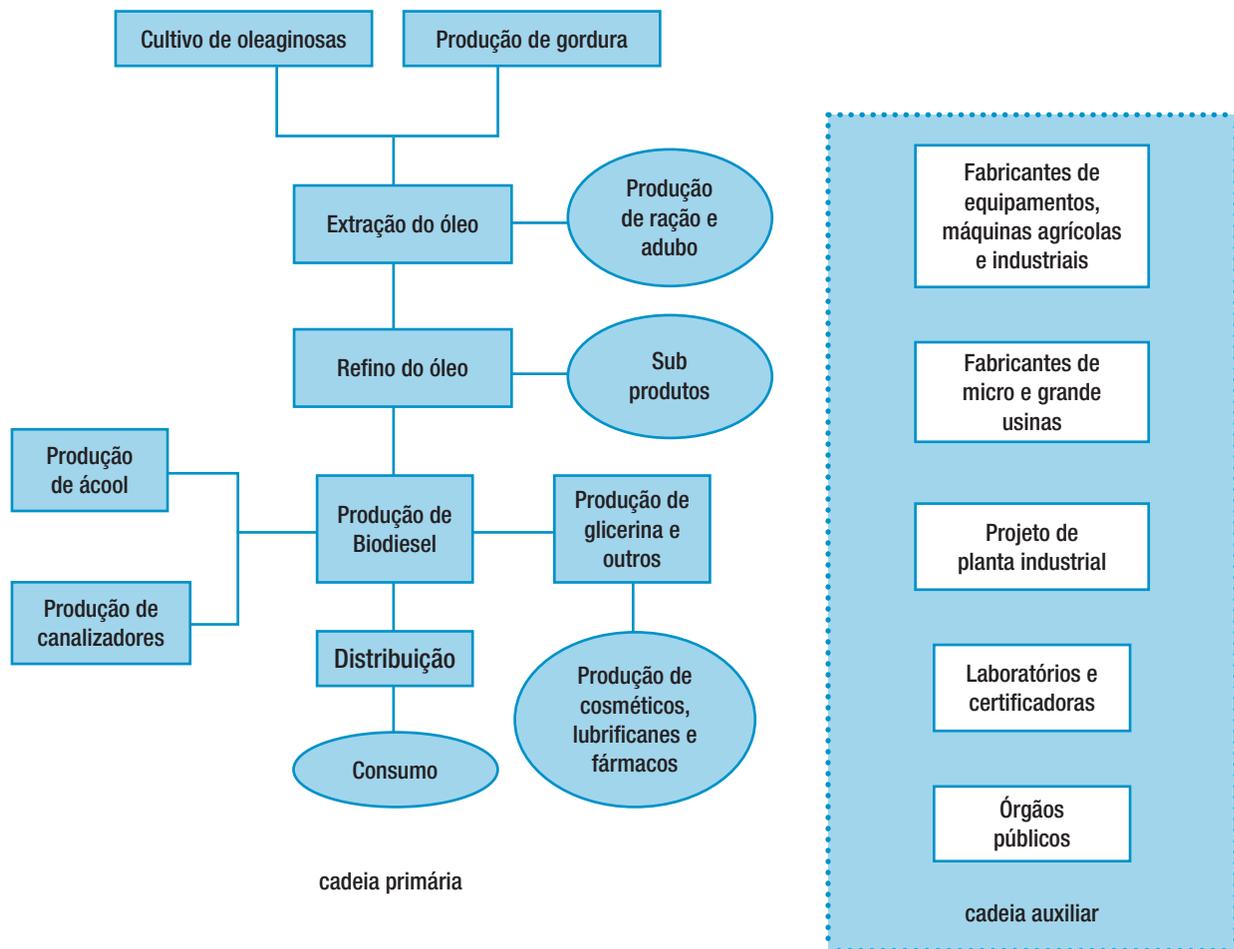


FIGURA 2 – Cadeia produtiva do biodiesel

Fonte: Carmo, (2007).

Cada caixa ilustra um elo desta rede, na qual é identificada a atividade realizada. Estas atividades são interligadas, formando a cadeia.

Na Figura 2, a CPB foi segmentada em duas: a cadeia primária e a cadeia auxiliar. Na cadeia primária ocorre a transformação da matéria prima em biodiesel e subprodutos. Na cadeia auxiliar estão os elos que apóiam esta transformação. Ela contribui para o desempenho produtivo e econômico dos processos de transformação e, muitas vezes, criam os diferenciais competitivos destes processos (ALBERTIN, 2003).

Com a CPB no estado do Ceará mapeada, foi possível o levantamento das demandas tecnológicas por elo da cadeia, classificadas segundo os tipos de tecnologias. A Tabela 1 ilustra as principais demandas tecnológicas por elo e a classificação das principais tecnologias envolvidas na CPB no Ceará.

TABELA 1 – Levantamento das demandas tecnológicas

Elos e processos	Tecnologia de Produto	Tecnologia de processo	Tecnologia de gestão
Cultivo de plantas oleaginosas	Variedades de sementes. Sementes com produtividade superior. Desenvolvimento de oleaginosas alternativas.	Técnicas de cultivo e preparação do solo. Mecanização. Zoneamento.	Controle da qualidade e de custos. Tecnologia Social*. Associativismo e cooperativismo.
Extração de óleo vegetal	Aplicação e agregação de valor ao farelo, à torta e à adubação (utilização econômica).	Equipamentos prensagem. Extrusão termoplástica. Extração com solvente e extração mista.	Controle de Qualidade. Controle de Processo. Tecnologia Social*. Associativismo e cooperativismo.
Refino do óleo vegetal	Aplicação e agregação de valor para os subprodutos.	Neutralização e secagem	Gestão da Qualidade. Controle de Processo. Associativismo e cooperativismo.
Produção do Biodiesel	Desenvolvimento de catalisadores. Normas e especificações conforme ANP e Europa.	Transesterificação. Esterificação. Craqueamento, processo contínuo e batelada.	Controle de Qualidade. Controle de Processo.
Projeto de plantas industriais	Micro-usinas e usinas de médio e grande porte.	Softwares. Domínio dos processos químicos.	Estudos de viabilidade técnica e econômica.
Distribuição e Armazenamento	Desenvolvimento de aditivos e formas de armazenamento.	Tancagem e transporte em caminhões tanque.	Roterização. Controle de Processos. Gestão de frota.
Fabricantes de micro, médias e grandes usinas	Tancagem, caldeiras, aço inoxidável, válvulas, conexões e bombas (conforme normas técnicas).	Processos de solda, calandragem, usinagem, fundição e corte (laser). Equipamentos de maior porte (ex. calandra).	Controle da qualidade. Controle de processo. Validação de processos especiais. Padronização.
Fabricantes de equipamentos	Tancagem, caldeiras, aço inoxidável, válvulas, bombas, transportadores.	Processos de solda, calandragem, usinagem, Fundição e corte (laser)	Gestão da Qualidade. Controle de Processo. Padronização.
Laboratório e certificação	Cromatografia, viscosidade, teste de alcalinidade e de acidez.	Domínio dos processos laboratoriais como ABNT, ASTM D, EN/ISO	Controle de Qualidade. Gestão da Qualidade.

* Tecnologia social aplicada à agricultura familiar

Fonte: Autores.

Com o mapeamento das demandas tecnológicas por elo da CPB, foram identificadas as empresas regionais participantes dos elos e suas ofertas tecnológicas para produtos e processos. O Quadro 2 mostra empresas pesquisadas, os elos a que pertencem e o produto ou serviço resultante de sua atividade.

EMPRESA	ELO A QUE PERTENCE	PRODUTO ou SERVIÇO
Embrapa	Pesquisa e Desenvolvimento	Desenvolvimento de sementes, zoneamento e técnicas de cultivo
NUTEC	Pesquisa, Laboratório e Produção	Pesquisa e análise de óleos
CENTEC	Pesquisa e ensino	Desenvolvimento de pequenos produtores e equipamentos
Associação de agricultores Quixeramobim e Crateús	Cultivo	Mamona e óleo vegetal
Mini-usina de biodiesel em Várzea do Boi – Tauá	Extração e refino	Óleo vegetal
Mini-usina de biodiesel em Piquet Carneiro	Extração e refino	Óleo vegetal
F & R óleos vegetais	Extração de óleo	Óleo vegetal
LUBINOR – Fortaleza – Centro de Pesquisa - Cempes	Análises laboratoriais e desenvolvimento de aditivos	Análise de óleos e biodiesel
LARBIO (NUTEC)	Análises laboratoriais	Análise de óleos e biodiesel
Laboratório Brasil Ecodiesel - Fortaleza	Análises laboratoriais	Análise de óleos e biodiesel
GPSA - Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes da UFC	P&D - Análises laboratoriais	Análise de óleos e biodiesel
OFICINA AURELIANO – CEMAG – MMAIA - CPN	Fabricante de equipamentos	Equipamentos para usinas de esmagamento. Prensa, usinagem, caldeiraria
TECNOFORMA	Fabricante de equipamentos	Micro-usinas de biodiesel
TECBIO	Projeto de usinas	Serviços de consultoria e projetos de usinas de biodiesel
BRASIL ECODIESEL	Produção de Biodiesel	Indústria de biodiesel
Petrobrás – Quixadá (em construção)	Produção de Biodiesel	Indústria de biodiesel
Petrobrás - BR	Distribuição	Transporte
GLEN – Grupo de Estudos e Pesquisa em infra-estruturas	Logística	Pesquisa
Laboratório de Motores de Combustão Interna - UFC	Pesquisa em motores e biocombustíveis	Pesquisa e ensino
Observatório Tecnológico - UFC	Pesquisa e ensino na cadeia produtiva	Pesquisa e ensino

QUADRO 1 – Atores da CPB no Estado do Ceará

Fonte: Carmo, (2007).

Aparentemente, os elos estão bem representados no Estado mas, em pesquisas recentes realizadas pelo Observatório Tecnológico da UFC, constatarem-se oportunidades, dificuldades e gaps tecnológicos, que são apresentados e comentados na seqüência.

6. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TECNOLÓGICA NA CPB DO ESTADO DO CEARÁ

A análise da viabilidade tecnológica da CPB no estado do Ceará se dará através da avaliação dos elos desta cadeia produtiva, desde o cultivo da mamona até o refino do biodiesel. Serão avaliados os requisitos tecnológicos existentes em cada elo e a capacidade das empresas locais em atender a esta demanda. Os sub-tópicos a seguir apresentam esta avaliação.

6.1. Cultivo de mamona e refino do óleo vegetal

Observou-se que, em visitas a demanda por mamona está muito maior do que a oferta, ou seja, existe falta desta matéria-prima na CPB do Estado. Atualmente, encontram-se usinas paradas, no Ceará, por falta de matéria-prima ou operando com óleo de soja com margens negativas. O preço da soja depende muito do mercado exportador e provoca um aumento do custo de produção do biodiesel, no Ceará, devido aos custos de transporte.

Por outro lado, trabalhos mostram que o custo de produção, utilizando a mamona no Nordeste, é maior que o de soja no Centro-oeste, Sudeste e Sul. Atualmente, a produtividade rural da mamona está em 1000 a 1500 kg por hectare (PENTEADO & SANTOS, 2005, 2007). O potencial de produção desta cultura poderia ser bem maior se implantadas técnicas de cultivo neste segmento, atingindo a produtividade de até 4000 Kg por hectare, segundo estudos realizados pela Embrapa. Para tanto, é preciso acelerar o investimento no desenvolvimento desta cultura ou em outras oleaginosas, como aconteceu com o milho e soja no Brasil nos últimos trinta anos. São necessários estudos e pesquisas para aumentar a quantidade de grãos produzidos por hectare e o percentual médio de óleo.

A organização dos agricultores e a capacidade de gerir o agronegócio são aspectos importantes para o sucesso da agricultura familiar. O Brasil já foi o maior produtor de baga e óleo de mamona (SILVA, 2006). Alguns fatores que contribuíram, no passado, para o decréscimo do cultivo desta oleaginosa no Ceará (SANTOS et al., 2001 apud MENDES, 2005) são:

- A desorganização do mercado interno;
- A dispersão da produção;
- Excesso de intermediadores no transporte e na comercialização.

Silva (2006) cita, como principal motivo de perda de competitividade mundial, a incapacidade do agricultor brasileiro de fazer uso dos melhores recursos tecnológicos na cadeia produtiva. Este, talvez, continua sendo o maior desafio da CPB no semi-árido.

No caso específico da mamona, Accarini (2007), comparando com a cana de açúcar, diz que existe a possibilidade de este negócio ser direcionado para o mercado externo, exportando com a baga, renda, trabalho e agregação de valor. Países importadores de matéria-prima bruta poderão transformá-la em produtos de maior valor utilizando tecnologias que estão sendo desenvolvidas. O uso da torta de mamona para adubação nas propriedades rurais tem impacto na renda e recuperação de solos, muito necessários para o cultivo de safras complementares como feijão e milho.

Ao óleo vegetal de mamona pode-se agregar valor em suas diversas aplicações na indústria, como matéria-prima para fabricar vernizes, tintas, cosméticos, fibras sintéticas, lubrificantes, germicidas, desinfetantes, nylon e muitas outras. Muitas destas aplicações aumentariam a demanda por produtos biodegradáveis e, conseqüentemente, pelo óleo vegetal, substituindo o óleo mineral e proporcionando maiores alternativas de comercialização e agregação de valor para os produtores locais.

A viabilização econômica da produção e uso do biodiesel pode ser facilitada através de novos desenvolvimentos, visando a utilização de co-produtos no mercado consumidor. Duarte (2007) destaca pesquisas aplicadas para:

- Aplicação de glicerina como plastificante em compósitos (madeira aglomerada), biofilmes, aditivos, lubrificantes e plásticos biodegradáveis (glicerol to chemical);
- Produção de energia a partir dos co-produtos (ex. casca da mamona);
- Destoxificação e desalerginação da torta de mamona.

Verifica-se, atualmente, o baixo valor comercial da glicerina e, em alguns casos, sua comercialização bruta para a China, exportando trabalho e renda. Esta matéria-prima poderia ser usada na indústria local de fármacos e medicamentos já desenvolvida no Estado. O desenvolvimento de uma cadeia produtiva do bioplástico, configurando a petroquímica renovável, é uma grande oportunidade para a região atender os mercados interno e exportador.

Quanto à técnica de produção agrícola, pôde-se observar que existem desenvolvimentos avançados de sementes e modelos de plantio, sendo este considerado uma vantagem competitiva conferida pela cadeia produtiva auxiliar.

Desta maneira, a tecnologia social, incluindo novas técnicas de plantio, de desenvolvimentos de sementes e acesso a mecanização, desempenha um papel importante para a CPB. O selo social é uma política eficaz na promoção da atividade agrícola, mas não na produção do óleo (esmagamento). Este tema é discutido na próxima seção.

6.2. PROJETO DE USINAS E FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Apesar de existirem poucos fabricantes de equipamentos para extração e refino de óleo no Estado, existem muitas empresas no mercado nacional. O custo de equipamentos ainda é muito alto para o pequeno produtor e associações. Uma micro-usina de extração e refino requer um investimento aproximadamente de R\$ 650.000,00. Aqui se encontra uma grande oportunidade para o Nordeste e o Brasil. A oportunidade de construir micro-usinas de esmagamento e refino, padronizadas e intercambiáveis, com ganhos de escala para atingir associações, produtores agrícolas familiares, empresas com consumo próprio no mundo inteiro. Visitas realizadas as empresas como MMAIA, CPN, CEMAG confirmam o potencial metalúrgico de desenvolvimento destes equipamentos no Estado.

A disponibilização de crédito para que os pequenos produtores possam plantar, extrair e refinar o óleo significa viabilizar um maior valor agregado para o seu negócio. Projeto de lei para permitir a venda de combustível em pequenas quantidades diretamente do campo está tramitando no congresso nacional (SILVA, 2006).

Constatou-se que o elo que trata de projetos de usinas se encontra bastante desenvolvido e concentrado, contando com o pioneirismo da Tecbio, empresa fundada pelo pesquisador Expedito Parente.

A Tecbio possui um nicho de mercado de produção de grandes usinas no Estado de 70%, o que lhe confere uma vantagem competitiva local. Os grandes concorrentes identificados são de outros Estados e países.

No nicho de mercado de pequenas usinas, a Tecbio enfrenta grande concorrência de empresas de outros Estados, que já apresentam projetos e usinas instaladas em série. Foi observada uma dificuldade de aquisição destes equipamentos no Estado.

Observou-se que existem poucas empresas no Estado do Ceará que produzem este tipo de equipamento e o fazem de forma artesanal, com baixo nível de qualidade e produtividade. Em visitas realizadas, constatou-se que estas empresas não possuem procedimentos documentados, sistemas de gestão, controle de processo, de qualidade, ou de custos, etc., enfim, não possuem seu processo produtivo organizado, tor-

nando a produção quase artesanal, sem precisão e sem boa apresentação do produto. Vários equipamentos utilizados na fabricação destas usinas são comprados de outros Estados. Também a matéria-prima empregada na fabricação dos equipamentos como aço inox e aço carbono, não está disponível no Estado (CARMO, 2007).

Observa-se, porém, que estas mesmas empresas possuem o know-how do processo, tendo o conhecimento necessário para a fabricação destes tipos de usinas e algumas desenvolveram uma tecnologia para a produção de bioquerosene a partir de óleos vegetais, com os equipamentos já em teste.

Está sendo desenvolvida a mini-usina compacta que, além de aumentar a produção diária de biodiesel, terá um custo menor de aquisição, conforme entrevista realizada nos fabricantes de equipamentos.

Conclui-se, que a tradição de desenvolvimento de novos produtos e processos no Estado pode oportunizar uma indústria de equipamentos de produção de biodiesel, assim como ocorreu com a empresa CEMAG, em implementos agrícolas, nos anos 70. Para tanto, é necessário investimentos em padronização, controle de processos, implantação de sistemas de gestão de produção e da qualidade. Processos especiais como solda e pintura precisam ser validados e realizados por profissionais qualificados, como recomenda as boas práticas de produção.

6.3. Laboratórios acreditados

Foi observado que o Estado possui laboratórios acreditados pela ANP para a certificação do biodiesel, não se configurando um caso de gap neste elo. Um problema identificado é que estes laboratórios se encontram distantes das usinas, acarretando um maior custo e tempo para realizar análises necessárias para liberar a produção armazenada ou a batelada. Nota-se que os laboratórios públicos poderiam atender às associações na produção de óleo vegetal e do biodiesel.

6.4. Produção de biodiesel

A produção de biodiesel não possui gaps significativos, sendo ainda o grande gargalo o monopólio exercido pela Petrobrás, que é a única empresa autorizada a comprar e distribuir este combustível.

Através de entrevistas, constatou-se que o governo priorizou o investimento na construção das usinas. O nível de investimento na agricultura familiar não acompanhou este processo, fazendo com que a demanda por óleo vegetal aumentasse, provocando aumento nos preços do mesmo. A produção da mamona ainda não mostrou resultados, apesar de seu ciclo produtivo reduzido.

Outro fator importante é que as empresas que adquiriram a mamona dos agricultores não estão honrando seus compromissos, o que está fazendo com que muitas destas famílias saiam do negócio. A consequência é que isto gera a escassez de matéria-prima. Como exemplo cita-se o não funcionamento da usina de esmagamento de mamona na região de Tauá.

O processo de obtenção do biodiesel pelo processo de craqueamento, sem reagentes, tem se mostrado viável para produção em pequena escala em regiões de difícil acesso e para consumo local (PETROCCHI, 2007). Esta tecnologia, ao contrário da transesterificação e esterificação, precisa ser melhor desenvolvida.

7. ANÁLISES DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

Com base nas análises feitas nos elos da CPB, observou-se que, para propor soluções competitivas e fortalecer o seu desenvolvimento, é necessário um programa amplo de desenvolvimento e relacionamento de seus elos e de recursos humanos. Faz-se necessário um programa de governança da CPB que possa direcionar recursos e contribuir com políticas para reduzir os gargalos tecnológicos apresentados. Sugere-se, no

primeiro momento, o fortalecimento da agricultura familiar com integração vertical através de associativismos e cooperativas, gerenciadas pelas usinas de biodiesel. Num segundo momento, deve-se apoiar iniciativas para que a agricultura familiar possa agregar valor produzindo ao óleo vegetal e ao próprio biodiesel em escalas menores. O desenvolvimento sustentável a longo prazo requer a produção competitiva do biodiesel, através de mamona e outras oleaginosas no Nordeste, comparando com outras regiões brasileiras.

A falta de mamona em um Estado, que já foi líder no mercado brasileiro, alerta para a desorganização deste agronegócio. A integração da cadeia produtiva através de grandes usinas, aliadas à política do selo e tecnologia social, fortalecem a agricultura familiar nesta fase inicial de desenvolvimento da CPB no Brasil. Outras tecnologias deverão ser aprimoradas para o desenvolvimento sustentável do agronegócio no sentido de agregar valor aos subprodutos e co-produtos desta cadeia produtiva.

O fato do projeto tecnológico de usina e de seus equipamentos poderem ser comercializados conjuntamente coloca o Ceará numa posição vantajosa. O desafio para projetar e construir grandes usinas, em um só pacote comercial, requer parcerias com empresas metalúrgicas locais ou com empresas de outros Estados. Desenvolvimentos atuais como mini usinas para produção de querosene e usinas compactas reforçam este potencial regional.

Finalmente, são propostas ações a curto e longo prazo para o desenvolvimento potencial progressivo e sustentável da CBP no Ceará.

a) **Ações de curto e médio prazo:**

- Capacitar o agronegócio familiar;
- Promover a integração vertical da CPB e do papel da agricultura familiar no fornecimento de oleaginosas e de óleo vegetal;
- Promover o associativismo e cooperativismo no semi-árido;
- Através de financiamentos, fortalecer a propriedade rural e seu agronegócio;
- Reduzir custos do cultivo da mamona e aumentar a sua produtividade.

b) **Ações a longo prazo:**

- Promover o desenvolvimento do agronegócio familiar de produtor de óleo vegetal para produtor de biodiesel;
- Promover a cadeia produtiva de subprodutos e co-produtos para o óleo vegetal e biodiesel;
- Promover o comércio internacional do óleo vegetal e do biodiesel produzido no Ceará.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCARINI, J. H. Palestra Biodiesel no Brasil: Situação atual e perspectivas. **II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**. Brasília. 27 nov 2007.

ALBERTIN, M. R. O Processo de Governança em Arranjos Produtivos: o caso da cadeia automotiva do RGS. **Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BATALHA, M. O.; Silva, A. L. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas**. 2a ed. São Paulo: Atlas, 2001.

BAXTER, M. **Projeto de Produto. Guia prático para design de novos produtos**. 2a ed. São Paulo: Edgard Bluncher, 1998.

- CARMO, B. B. T. Identificação das demandas e ofertas tecnológicas na cadeia produtiva do biodiesel no estado do Ceará. **Monografia de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção Mecânica**, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.
- CHASE, R. B.; JACOBS, R. F.; AQUILANO, N. J. **Operations management for competitive advantage with global cases**. 11a ed. New York: McGRAW – Hill, 2006.
- CHOPRA, S.; MEINDLI, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- CORRÊA, H. L., CORRÊA, C. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Atlas, 2004.
- DUARTE, F. A. Palestra: Desenvolvimento de co-produtos. **II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília. 27 nov 2007.
- FARINA, E. M., ZYLBERSZTAJN, D. Organização das cadeias agroindustriais de alimento. **Anais do Encontro Nacional de Economia**, Campos de Jordão. São Paulo, p. 189-207, 1992.
- HOLANDA, F.A. **Biodiesel e Inclusão Social**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2006.
- LONGO, W. P. **Conceitos Básicos sobre Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro: FINEP, v. 1, 1996.
- MENDES, R. A. Diagnóstico, Análise de Governança e Proposição de Gestão para a Cadeia Produtiva do Biodiesel da Mamona (CP/BDM): o Caso do Ceará. **Dissertação de Mestrado em Engenharia de Transportes**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- PARENTE, E. J. S. **Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Recuperado 15 de novembro de 2007, disponível em: www.tecbio.com.br
- PENTEADO, M. C. P. S. Identificação de gargalos e estabelecimento de um plano de ação para o sucesso do Programa Brasileiro de Biodiesel. **Programa de Mestrado Profissional da Universidade de São Paulo (EPUSP)**. São Paulo, 2005.
- PETROCCHI, J. Balanços mássico e energético da produção de biodiesel para o processo de craqueamento térmico de óleo de soja. **Anais do II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**. Brasília, 2007.
- PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Atlas, 2004.
- SARAIVA JUNIOR, A. F.; MESQUITA, C. T.; ALBERTIN, M. R. Identificação de potencialidades e oportunidades de aumento do conteúdo de fornecimento local para apoiar o programa de mobilização da indústria do petróleo no Estado do Ceará. **Anais do II SEPRONE**, Campina Grande, 2007.
- SANTOS, M. M. S. Estudos de implantação de unidades de extração de óleo vegetal: estudo de caso soja, dendê e mamona. **Anais do II Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel**. Brasília, 2007.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2a ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SILVA, W. S. D. Mapeamento de variáveis mercadológicas para a produção de biodiesel a partir da mamona na região Nordeste do Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2006.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3a ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.