

Avaliação econômica da cadeia de suprimentos do biodiesel: estudo de caso da dendeicultura na Bahia

Adriana Leiras,* Silvio Hamacher,** Luiz Felipe Scavarda***

Resumo

As energias renováveis vêm ganhando muita importância no cenário político e econômico brasileiro. Apesar da questão do biodiesel estar sendo amplamente investigada, as características regionais de produção ainda não foram suficientemente abordadas. Assim, este artigo contribui para a análise da transição de estudos voltados a técnicas de produção para um cenário que permita a criação de uma estrutura para produção e distribuição do biodiesel ao longo da cadeia produtiva. Os objetivos deste artigo são: analisar a cadeia de suprimentos do biodiesel e elaborar um modelo de simulação que possibilite a realização de estudos de viabilidade econômica desta cadeia. O escopo desta pesquisa é delimitado à produção do biodiesel na Bahia a partir do óleo de dendê. Dos 13 cenários simulados, 12 levam a uma produção a preços inferiores ao menor valor obtido nos quatro leilões realizados no Brasil.

Palavras-chave: biodiesel, cadeia de suprimento, Bahia, avaliação econômica, dendê.

Abstract

Renewable energies have been growing in the political and economic scenario in Brazil. Despite the fact, biodiesel is being deeply investigated, the regional production characteristics have not been sufficiently addressed. Therefore, this paper contributes to the transition analysis from studies that regard production techniques to an agro-industrial scenario that enables the creation of an organized structure for the production and distribution of biodiesel throughout its supply chain. This paper aims to analyze the biodiesel supply chain and elaborate a simulation model enabling the performance of economic feasibility studies for this chain. The scope of this research is limited to the biodiesel production in Bahia based on the dendê palm oil. From the 13 scenarios simulated, 12 reached a production with prices that were lower than the lowest reached in the 4 biodiesel auctions recently carried out in Brazil.

Key words: biodiesel, supply chain, Bahia, economic evaluation, palm.

INTRODUÇÃO

As energias renováveis são elementos essenciais para se alcançar o desenvolvimento sustentável e adquirem importância maior ao prover serviços como luz, calefação, refrigeração, calor seguro para cozi-

nar, força mecânica, transporte e comunicações. As vantagens proporcionadas pelas energias renováveis variam de acordo com as condições e prioridades locais, destacando-se: a minimização da ameaça das mudanças climáticas do planeta decorrentes da queima de combustíveis fósseis; o crescimento econômico; a ampliação do acesso à energia para cerca de um terço da população mundial; a geração de empregos e a fixação do homem no campo; a redução dos níveis de pobreza; a diminuição da desigualdade social; e a diversificação da matriz energética (PETROBRAS, 2005).

* Mestre em Engenharia Industrial pela PUC-Rio. adrianaleiras@yahoo.com.br

** Professor Doutor do Dept. de Engenharia Industrial da PUC-Rio. hamacher@ind.puc-rio.br

*** Professor Doutor do Dept. de Engenharia Industrial da PUC-Rio. lfcava@ind.puc-rio.br

Pode-se destacar, entre as energias renováveis: a solar (fotovoltaica e térmica), o biogás (de lixo, esgoto ou esgoto), a biomassa (restos agrícolas, serapim, biodiesel, álcool e óleos *in natura*), a eólica e as centrais hidrelétricas.

O Brasil é um país de destaque na utilização de Biomassa desde a década de 1920, utilizando o álcool combustível. Com o Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL), criado em 1975, o País foi pioneiro na efetiva substituição da gasolina em meio à crise dos preços do petróleo (NEGRÃO; URBAN, 2004). Atualmente, o Brasil possui uma nova oportunidade tecnológica e estratégica na utilização de biomassa: a produção de biodiesel. Este 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 (MCT, 2005).

A importância do biodiesel para o Brasil provém principalmente dos argumentos: ser uma alternativa de diminuição da dependência dos derivados de petróleo, ajudando a diversificar a matriz energética brasileira; ser um componente obrigatório no curto/médio prazo na composição do óleo diesel comercializado no território nacional; criar um novo mercado para as oleaginosas, possibilitando a geração de novos empregos em regiões carentes do país e aumentando o seu valor agregado com a sua transformação em biodiesel; proporcionar uma perspectiva de redução da emissão de poluentes e uma alternativa para exportação de créditos de carbono relativos ao Protocolo de Kyoto, contribuindo para uma melhoria no meio ambiente.

Objetivo

A questão do biodiesel está sendo amplamente investigada por universidades, instituições de pesquisa, órgãos governamentais e pela iniciativa privada. Iniciativas como o Programa Nacional de Produção e

Uso de Biodiesel – do Ministério da Ciência e Tecnologia –, a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, a Coordenação do Programa de Biodiesel – no âmbito da Gerência de Energia Renovável da Petrobrás –, além da participação ativa de diversas Secretarias

Estaduais de Ciência e Tecnologia demonstram a importância estratégica do biodiesel na Matriz Energética Brasileira.

No entanto, as questões das características regionais de produção ainda não foram suficientemente abordadas nas pesquisas, mas são essenciais para avaliar a viabilidade econômica das alternativas de produção do biodiesel. Dessa forma, este trabalho contribui para a análise da transição de estudos pontuais, voltados a técnicas de produção ou transformação, para um cenário agroindustrial que per-

mita a produção de 800 milhões de litros de biodiesel em 2008 e 2 bilhões de litros de biodiesel a partir de 2013 (Lei nº 11.097, BRASIL, 2005).

Assim, a viabilização do biodiesel requer a implementação de uma estrutura organizada para produção e distribuição de forma a atingir, com competitividade, os mercados potenciais. Logo, a introdução do biodiesel demanda investimentos ao longo da cadeia produtiva para garantir a oferta do produto com qualidade, além da perspectiva de retorno do capital empregado no desenvolvimento tecnológico e na sustentabilidade do abastecimento em longo prazo.

Nesse contexto, os objetivos deste artigo são: analisar a cadeia de suprimento do biodiesel, englobando áreas rurais, usinas e bases distribuidoras de combustíveis, bem como transporte e armazenagem de matéria-prima, óleos e biodiesel; e elaborar um modelo de simulação que possibilite a realização de estudos de viabilidade econômica da cadeia produtiva do biodiesel.

Delimitação do estudo

A aplicação do modelo de simulação está delimitada à Bahia e considera as particularidades geográficas e logísticas deste estado. Essa delimitação se

deve ao fato de existir um acordo de cooperação entre a Secretaria de Ciência e Tecnologia da Bahia (SECTI-BA) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), tornando acessíveis os dados necessários ao estudo, o que dificultaria a escolha de um outro estado. Este trabalho está delimitado ao estudo da cadeia produtiva do biodiesel produzido a partir do óleo vegetal do dendê, cujo cultivo se adapta às condições climáticas do estado da Bahia, para o qual existem dados disponíveis sobre custos e produtividades. Essa escolha deve-se à importância que o dendê possui para a economia da região do Baixo Sul baiano e, por consequência, a possibilidade de melhorar a economia local com a sua inclusão na cadeia produtiva do biodiesel. Além disso, estudos do *Economic Research Service* (2006) mostram que essa é a principal fonte de oferta de óleos vegetais em nível mundial. O

óleo de dendê destaca-se ainda pelo seu preço mais baixo quando comparado com outras oleaginosas, como soja, girassol, mamona ou algodão, como é demonstrado pelos relatórios do *Oil World*.

O trabalho está dividido em oito seções, sendo esta primeira a introdutória. A segunda seção apresenta considerações gerais sobre o biodiesel e sua cadeia de suprimentos. A terceira seção descreve a metodologia de pesquisa adotada e a quarta a estrutura do modelo de simulação. A quinta seção discute sobre a cadeia produtiva do dendê na Bahia. As sexta e sétima seções apresentam os dados utilizados no modelo de simulação e os resultados obtidos. A última seção oferece as principais conclusões desenvolvidas pelos autores deste artigo.

BODIESEL

Esta seção apresenta inicialmente considerações sobre a importância do biodiesel e, posteriormente, os principais elementos que compõem a sua cadeia.

Importância do biodiesel

O biodiesel pode substituir total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclo diesel automotivos (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc). Segundo estatísticas da Agência Nacional do Petróleo (*apud* MEIRELLES, 2003), o consumo brasileiro de óleo diesel apresentou um crescimento acumulado de 42,5%, no período de 1992 a 2001. Para suprir a demanda crescente, foi necessário aumentar o volume importado do combustível de 2,3 milhões de m³, em 1992, para 6,6 milhões de m³, em 2001. É importante destacar que, em 1992, 8,5% do consumo brasileiro de óleo diesel era suprido via importações. Em 2001, essa participação já havia saltado para 16,5%. De acordo

com a ANP (*apud* MEIRELLES, 2003), cada 5% de biodiesel misturado ao óleo diesel consumido no país representa uma economia de divisas de cerca de US\$ 350 milhões/ano.

O biodiesel pode ser usado puro ou misturado ao diesel de petróleo em diversas proporções.¹ O Art. 2º, Lei nº 11.097, de 13.01.2005, determina a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, fixado em 5% (cinco por cento) em volume o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final em qualquer parte do território nacional. O prazo para aplicação do disposto no *caput* desse artigo é de 8 (oito) anos após a publicação da Lei, sendo de 3 (três) anos o período, após a publicação da Lei, para se utilizar um percentual mínimo obrigatório intermediário de 2% (dois por cento) em volume (BRASIL, 2005).

Atualmente, o Brasil possui uma nova oportunidade tecnológica e estratégica na utilização de biomassa: a produção de biodiesel. Este 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 (MCT, 2005)

¹ A denominação B2 refere-se à mistura de 2% de biodiesel ao diesel de petróleo, o termo B5 é usado no caso da mistura de 5% e B100 é a denominação para o biodiesel puro.

A introdução do biodiesel no mercado representará uma nova dinâmica para a agroindústria, com seu conseqüente efeito multiplicador em outros segmentos da economia, envolvendo óleos vegetais, álcool, óleo diesel e mais os insumos e subprodutos da produção do éster vegetal. A produção de oleaginosas poderá expandir significativamente para atender o aumento da demanda por óleo para a produção de biodiesel, destacando-se o potencial de 70 milhões de hectares com aptidão para o cultivo do dendê, localizados principalmente na região Amazônica e no leste do Estado da Bahia, destacando que o Brasil possui apenas 50 mil hectares plantados com dendê.

As curvas do preço do óleo de dendê e de soja decrescem à taxa de 3% ao ano, em dólares deflacionados (média dos últimos 20 anos), enquanto que as curvas de preço do óleo diesel são crescentes em função da escassez de combustíveis fósseis, não havendo previsão de inversão da tendência de crescimento do preço do óleo diesel (CAMPOS, 2003).

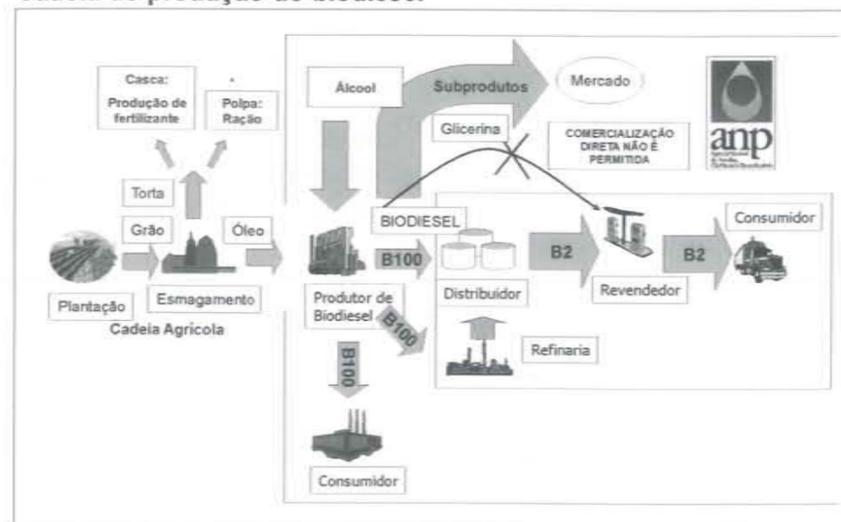
O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis e pode ser produzido a partir de gorduras animais, óleos e gorduras residuais ou de óleos vegetais (PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL, 2005). A substituição do óleo diesel mineral pelo biodiesel resulta em diversos benefícios ambientais que podem, ainda, gerar vantagens econômicas, pois o país poderia enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Também existe a possibilidade de venda de cotas de carbono através do Fundo Protótipo de Carbono (PCF), pela redução das emissões de gases poluentes, e também créditos de "seqüestro de carbono",² através

do Fundo Bio de Carbono (CBF), administrados pelo Banco Mundial (MEIRELLES, 2003).

Cadeia produtiva do biodiesel

A Figura 1 mostra os principais elos da cadeia produtiva do biodiesel, quais sejam: a produção do grão, a extração do óleo, a produção do biodiesel a partir do grão, a distribuição e a revenda ao consumidor. O biodiesel produzido será inevitavelmente inserido na logística dos combustíveis. Assim, terá de ser transportado para os locais de estocagem de diesel das grandes distribuidoras de produtos refinados, onde será misturado ao mesmo.

Figura 1 Cadeia de produção do biodiesel



Fonte: Souza (2005) – ANP

Segundo dados primários obtidos com uma distribuidora, hoje o biodiesel é transportado puro (B100) até as bases, onde é armazenado em tanques exclusivos por um período máximo de 3 meses – prazo a partir do qual o mesmo deve ser re-certificado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A mistura do biodiesel ao diesel é simples e pode ser feita nos próprios tanques dos caminhões, até atingir a proporção desejada, por exemplo, B2.

As matérias-primas para a produção de biodiesel são óleos vegetais, gordura animal, óleos e gorduras residuais. Algumas fontes para extração de óleo ve-

² O biodiesel permite que se estabeleça um ciclo fechado de carbono, no qual o CO₂ é absorvido durante o crescimento da planta e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor (HOLANDA, 2004).

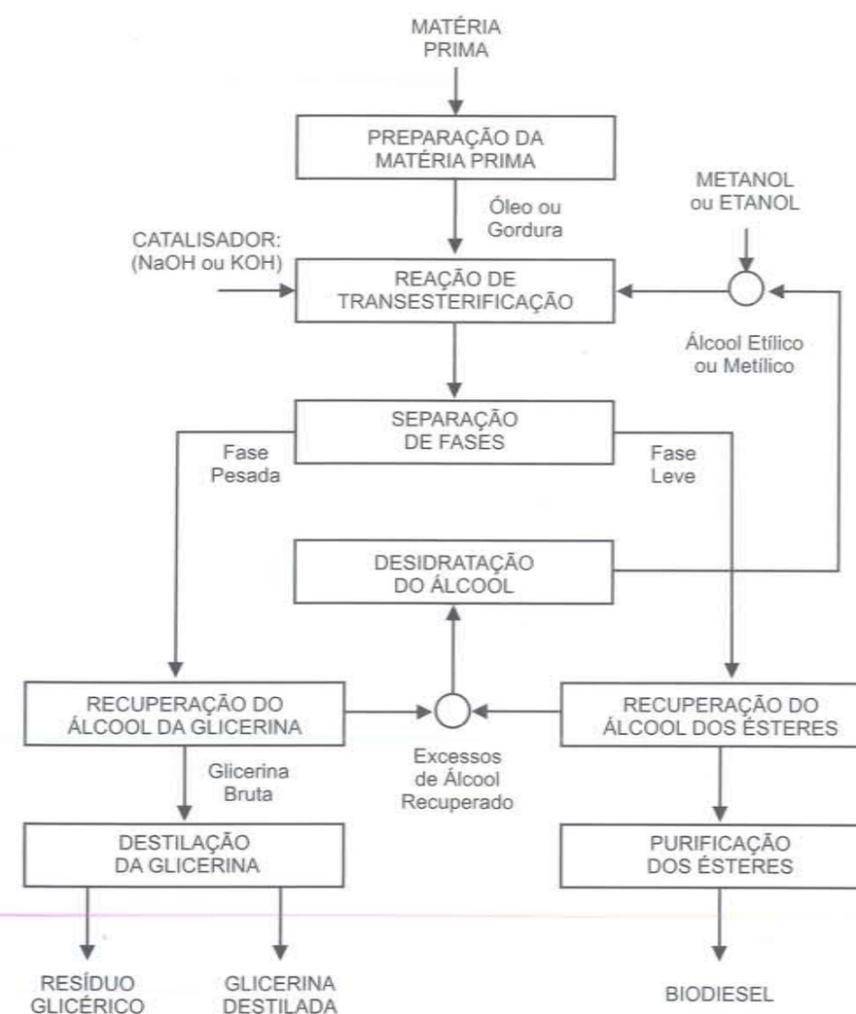
getal são: baga da mamona, polpa do dendê, amêndoa do coco de babaçu, semente de girassol, caroço de algodão, grão de amendoim, semente de canola, polpa de abacate, grão de soja, nabo forrageiro e muitos outros vegetais em forma de sementes, amêndoas ou polpas (PARENTE, 2003).

As etapas operacionais envolvidas no processo de produção de biodiesel são apresentadas no fluxograma da Figura 2.

METODOLOGIA DE PESQUISA

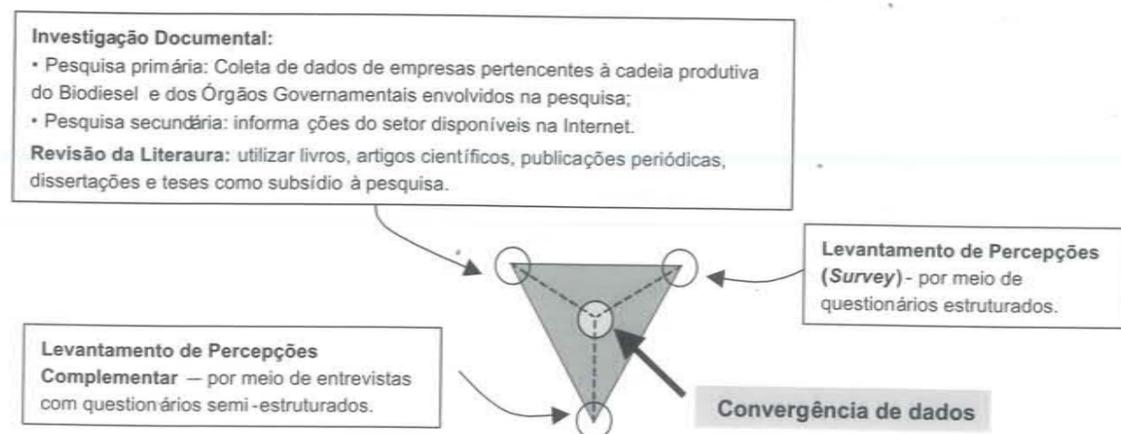
Para proceder ao estudo de caso, foi feita uma triangulação de métodos que inclui investigação documental e levantamentos de percepções por meio de questionários estruturados, entrevistas para a coleta de dados e visitas *in loco* com observação direta. A Figura 3 esquematiza a triangulação de métodos adotada.

Figura 2 Fluxograma do processo de produção do biodiesel



Fonte: Parente (2003)

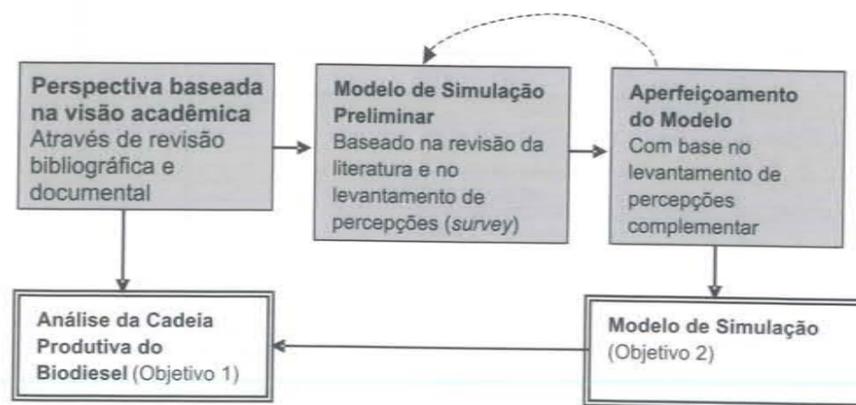
Figura 3
Triangulação de métodos



Fonte: Yin (2005)

A partir das informações obtidas pelo método de triangulação, foi proposto um modelo para simulação de cadeias produtivas do biodiesel. A metodologia de pesquisa é representada na Figura 4.

Figura 4
Framework da metodologia de pesquisa



Fonte: Baseado em Menon et. al. (1999)

O formato final do modelo de simulação foi determinado a partir de diversas interações com empresários/especialistas da área do agronegócio e de biocombustíveis. Dessa forma, foi desenvolvido um modelo que, além de ser coerente com a perspectiva acadêmica, é uma ferramenta útil aos empresários e pesquisadores.

Para a coleta de dados primários, foram aplicados questionários a empresários e pesquisadores da área por meio de amostragem não probabilística. A Tabela 1 sintetiza a inserção dos respondentes da pesquisa.

Tabela 1
Entrevistas realizadas

| Cadeia | Número de entrevistados |
|-----------------------------|-------------------------|
| Produção Agrícola | 6 |
| Extração do óleo | 3 |
| Produção do biodiesel | 12 |
| Logística e Comercialização | 7 |

ESTRUTURA DO MODELO DE SIMULAÇÃO

O modelo de simulação desenvolvido permite avaliar a viabilidade econômica de um projeto de produção de biodiesel (1) ou qualquer empreendimento verticalizado para a produção de óleo vegetal + biodiesel (2) ou de oleaginosas + óleo vegetal + biodiesel (3).

As verticalizações, embora aumentem a complexidade de gestão, trazem economias ao eliminar impostos, fretes e margens intermediárias, que onerariam o produto final - o biodiesel.

Trata-se essencialmente de um modelo de análise financeira da exploração comercial, conduzindo ao fluxo de caixa do projeto. São usados os seguintes indicadores para avaliar a viabilidade econômica do projeto:

- **valor presente líquido (VPL):** De acordo com Samanez (2002), o VPL mede o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo da sua vida útil. O VPL é definido por:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i_{a,m})^{12t-6}} \quad (1)$$

Onde FC_t representa o fluxo de caixa no t-ésimo período, I é o investimento inicial, n é o horizonte de planejamento e $i_{a,m}$ é o custo do capital mensal.

O objetivo do VPL é encontrar projetos ou alternativas de investimento que sejam economicamente viáveis, ou seja, projetos que tenham um VPL positivo. Foi utilizado o índice 12t-6, pois o fluxo de capital é distribuído ao longo do ano, logo, foi considerada a média de distribuição do fluxo - a metade do ano.

- **taxa interna de retorno (TIR):** De acordo com Samanez (2002), a TIR é uma taxa hipotética de desconto que anula o VPL, ou seja, é o valor de i que satisfaz à seguinte equação:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i_{a,m})^{12t-6}} = 0 \quad (2)$$

O projeto é economicamente viável se a taxa de retorno esperada for maior que a taxa de retorno requerida, ou seja, se $TIR >$ custo de oportunidade do capital.

- **retorno sobre o investimento:** VPL Lucros/ Investimentos (Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA; Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2003).
- **lucro líquido médio:** média das estimativas de lucro ao longo do horizonte de planejamento (SUFRAMA; FGV, 2003).
- **margem de lucro:** lucro líquido médio/receita total média (SUFRAMA; FGV, 2003).
- **rentabilidade:** igual ao lucro líquido médio/investimento total (SUFRAMA; FGV, 2003).

Os resultados financeiros determinados a partir dos fluxos de caixa dependerão basicamente de uma combinação de: receitas obtidas com os produtos; custos de capital e sua remuneração; custos das matérias-primas; custos operacionais industriais; e custos logísticos.

Além do nível de verticalização, o modelo considera os seguintes dados de entrada para a simulação: oleaginosa utilizada e origem desta - agricultura familiar ou intensiva -, processo de produção e capacidade da planta de biodiesel, rota de produção, alíquotas para impostos, custo de capital, coeficientes técnicos do processo produtivo, preço dos insumos e co-produtos, dados logísticos e margens de comercialização.

O usuário determina ainda o cenário da simulação. Há três cenários possíveis: pessimista, provável e otimista. Os custos, produtividades no plantio e teor de óleo extraído e preços dos subprodutos variam de acordo com o cenário escolhido, logo, para cada elo da cadeia há três fluxos de caixa (pessimista, provável e otimista).

As planilhas de fluxos de caixa consideram, basicamente, os mesmos itens de custos para os diferentes elos da cadeia produtiva. Os custos dividem-se em investimento inicial e custos operacionais (no caso do plantio são custos com produção e colheita).

Também são consideradas as receitas obtidas com os subprodutos gerados no processo de produção.

O fluxo de caixa do produtor de dendê considera um horizonte de planejamento de 27 anos, sendo os custos distribuídos anualmente da seguinte maneira:

- Ano -1: Investimento inicial e custo com preparo da área a ser plantada;
- Ano 0: Custos com aquisição, plantio das mudas e tratamentos culturais;
- Anos 1, 2 e 3: Fase de crescimento do dendezeiro, ainda sem produção. Há custos com tratamentos culturais.
- Anos 4 ao 25: Fase de produção do dendezeiro. Há custos relacionados aos tratamentos culturais e à colheita.

Essa distribuição de custos foi determinada com base nas entrevistas realizadas e nos estudos da Suframa/ FGV (2003) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2005).

O fluxo de caixa do produtor de óleo de dendê e do biodiesel considera um horizonte de planejamento de 16 anos, sendo os investimentos realizados no Ano 0 e os custos operacionais nos 15 anos subsequentes, quando a fábrica estará em operação. Esse horizonte de planejamento foi determinado pela vida útil média dos equipamentos (15 anos).

CADEIA PRODUTIVA DO DENDÊ NO ESTADO DA BAHIA

O dendê (*Elaeis guineensis*) é uma palmeira de origem africana que chegou ao Brasil no século XVI e se adaptou ao litoral do sul da Bahia. Dos seus frutos são extraídos dois tipos de óleo: o de palma, retirado da polpa ou mesocarpo; e o de palmiste, obtido da amêndoa ou endosperma. Além desses óleos, obtém-se também a torta de palmiste como subproduto resultante do processo de extração do óleo de palmiste (SUFRAMA; FGV, 2003).

Entre as variedades existentes, a Dura é predominante nas áreas de dendezeiros no sul da Bahia. Essa variedade apresenta baixa produtividade por hectare (entre 4 a 6 ton./ha/ano) e baixo rendimento na produção de óleo (em torno de 16%) - (SANDE, 2002). Já a variedade Tenera (híbrido do cruzamento

entre as espécies Dura x Psifera) possui características genéticas que permitem produtividade de até 30 ton./ha/ano e rendimentos muito superiores na produção de óleo (em torno de 22%) - (SANDE, 2002).

A produção de dendê nacional atual equivale a 0,1% da mundial, hoje estimada em 25 milhões de toneladas, sendo o estado do Pará o principal produtor do país (VALE VERDE, 2005). Na Bahia, a produção média foi de aproximadamente 170.000 toneladas entre os anos 2000 e 2004 (IBGE/PAM *apud* ROCHA, 2005), estando a produção de dendê concentrada na região do Baixo Sul, conforme mostra a Figura 5.

O agronegócio do dendê na Bahia apresenta dois segmentos fortemente diferenciados. O primeiro, constituído pelos chamados "rodões" (unidades artesanais de extração de óleo), representando a grande maioria das unidades processadoras do óleo.

O segundo segmento está concentrado em quatro empresas de médio e grande porte, que juntas processam a maior parte da matéria-prima produzida no estado e normalmente controlam os preços pagos ao produtor (BAHIA INVEST, 2005). A distribuição da produção entre essas empresas é apresentada na Tabela 2.

DADOS UTILIZADOS NO MODELO DE SIMULAÇÃO

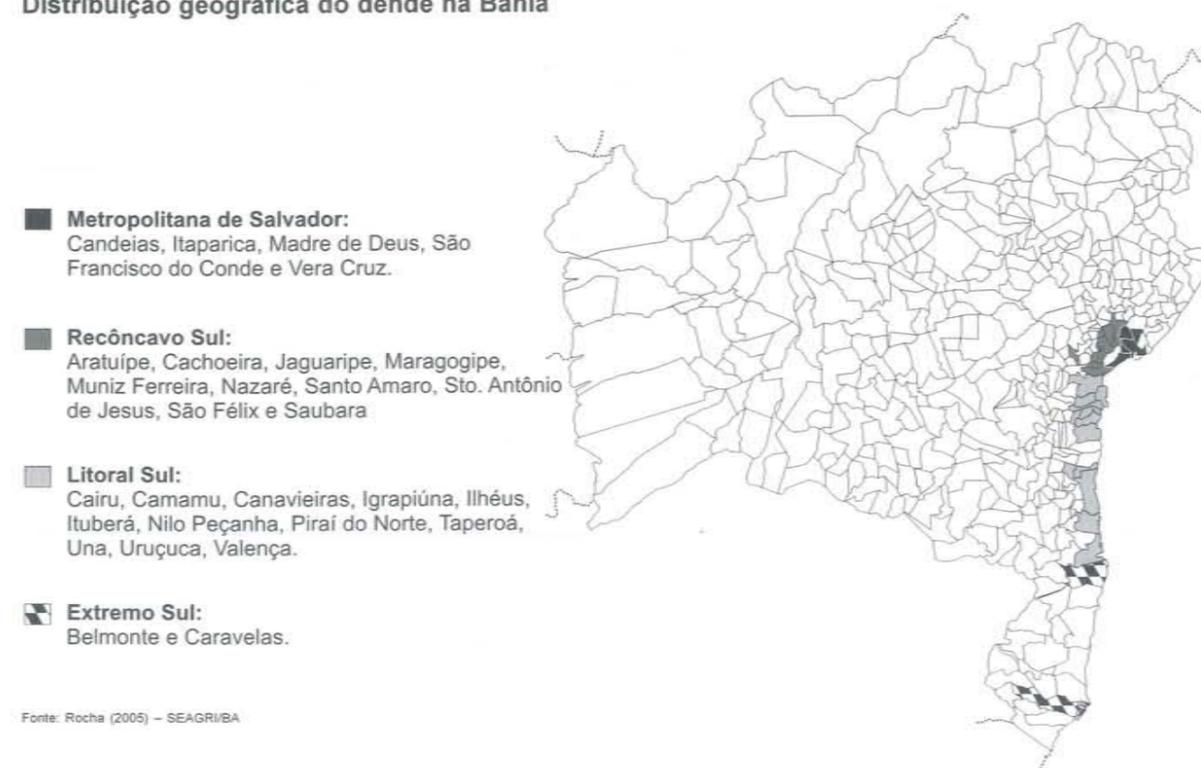
As seções deste capítulo apresentam os dados utilizados no modelo de simulação relativos ao plantio do dendê, extração do óleo e produção do biodiesel.

Os dados utilizados no modelo de simulação são resultado da comparação entre dados primários e dados secundários obtidos por entrevistas, visitas *in loco*, investigação documental e revisão da literatura, conforme descrito anteriormente na metodologia de pesquisa. Considera-se importante a comparação para, assim, justificar os valores de custos adotados em uma primeira simulação.

Dados de plantio de dendê

Os dados primários obtidos indicam uma grande variação da produtividade de acordo com a adubação e

Figura 5
Distribuição geográfica do dendê na Bahia



Fonte: Rocha (2005) - SEAGRI/BA

Tabela 2
Características das empresas produtoras de óleo de dendê na Bahia

| Empresa | Área Cultivada (ha) | Produção (ton de óleo/ano) | Empregos diretos |
|--------------|---------------------|----------------------------|------------------|
| Jaguaripe | 600 | 1.200 | 115 |
| Mutupiranga | ----- | 1.800 | 30 |
| Oidesa | 4.000 | 2.482 | 280 |
| Opalma | 1.000 | 1.150 | 132 |
| TOTAL | 5.600 | 6.632 | 557 |

Fonte: Furlan (1999) e Moraes (2000 *apud* SANDE, 2002)

a idade da plantação. A Tabela 3 sintetiza as produtividades de *Tenera* obtidas no Baixo Sul, de acordo com a idade e com o nível de adubação da plantação:

Segundo dados primários, em média, a produtividade da espécie *Tenera* no Baixo Sul ao longo do primeiro ano de produção (6º ano) fica entre 6 e 8 toneladas/hectare/ano. Entre o 7º e o 16º ano a produtividade é maior ou igual a 20 toneladas/hectare/ano.

Nas empresas pesquisadas só há plantio de *Tenera*, mas a produção é complementada em cerca de 40% com a espécie *Dura*, comprada de pequenos produtores da região. A produtividade média do dendê do tipo *Dura* no Baixo Sul é 4 ton/ha/ano.

Considera-se na simulação a existência de 25.000 mudas de *Tenera* no viveiro de uma das empresas visitadas no Baixo Sul, com previsão de produção de mais 57.000 mudas em 2005. Além disso, foram distribuídas 350.000 mudas de *Tenera* a 2.000 produtores do Baixo Sul.

A área necessária para o projeto considerado (planta de extração de 20.000 ton/ano), considerando o cenário de produtividade de 22 toneladas por ha, seria de cerca de 1.000 ha. Levando-se em conta que são necessárias 145 mudas por ha, essa área equivaleria a cerca de 145.000 mudas. Assim, as mudas plantadas seriam mais do que suficientes para atender ao projeto de produção de biodiesel analisado.

Os dados primários obtidos indicam um preço de R\$150,00/ton de CFF entregue na fábrica de óleo (preço CIF) ou R\$120,00/ton na região produtora (preço FOB).

Tabela 3
Variação da Produtividade no Baixo Sul

| Produtividade | Idade da plantação | Observação |
|---------------|--------------------|---|
| 28 ton/ha/ano | 24 anos | Com manutenção (tratos culturais) Adubação com resíduo da extração de óleo-borra |
| 17 ton/ha/ano | 24 anos | Sem reposição dos nutrientes de manutenção |
| 08 ton/ha/ano | 23 anos | Sem manutenção (tratos culturais) |
| 20 ton/ha/ano | 23 anos | Com manutenção (tratos culturais) |
| 22 ton/ha/ano | 18, 17 e 16 anos | Com manutenção (tratos culturais) |
| 17 ton/ha/ano | 20 anos | Com manutenção (tratos culturais) |
| 5 ton/ha/ano | 20 anos | Sem manutenção (tratos culturais) |

Em relação aos custos, são considerados no primeiro ano de projeto investimentos em ativos fixos e preparo da área para o plantio, tais como: aquisição de terreno; obras civis e instalações prediais; equipamentos, ferramentas, máquinas e veículos. Já no segundo ano de projeto, os principais custos envolvem o plantio, sendo necessário, incorrer em custos com a aquisição das mudas e mão-de-obra para o plantio, além de materiais e insumos necessários à atividade. Os custos dos anos 3 ao 5 referem-se aos tratos culturais, já que nessa fase ainda não há produção. Já partir do 6º ano, a esses custos somam-se os custos de colheita.

Dados de extração de óleo de dendê

O teor de óleo de palma considerado no estudo variou entre 20 e 28 %, de acordo com os cenários analisados. Foram simulados os custos operacionais e de investimento de uma usina de extração de cerca de 20.000 ton de cachos por ano, capacidade equivalente à produção atual das maiores empresas produtoras de óleo de dendê no Baixo Sul. Para essa usina, foram considerados investimentos entre 2,6 e 5,2 milhões de reais e custos operacionais de cerca de R\$ 200,00 por tonelada de cachos processada.

Tabela 4
Comparação de custos de produção de biodiesel

| Capacidade (milhões de litros) | 10 | 30 | 60 | 82 | 100 |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Custo Operacional (R\$/litro) | 0,29 | 0,24 | 0,22 | 0,15 | 0,12 |
| Custo de Capital (R\$/litro) | 0,09 | 0,07 | 0,06 | 0,04 | 0,03 |
| Custo Total (R\$/litro) | 0,38 | 0,31 | 0,29 | 0,19 | 0,15 |

Tabela 5
Coeficientes técnicos e preços dos insumos

| INSUMOS | Preço (R\$/litro) | | Consumo (percentual do biodiesel produzido) | |
|--------------|-------------------|---------------|---|---------------|
| | Rota Etílica | Rota Metílica | Rota Etílica | Rota Metílica |
| Óleo Vegetal | | | 95,4% | 99,5% |
| Álcool | R\$ 0,90 | R\$ 0,78 | 14% | 10,3% |
| Catalisador | R\$ 3,50 | R\$ 3,50 | 0,05% | 0,05% |

| SUBPRODUTOS | Preço (R\$/litro) | | Produção (percentual de biodiesel produzido) | |
|---------------|-------------------|---------------|--|---------------|
| | Rota Etílica | Rota Metílica | Rota Etílica | Rota Metílica |
| Glicerina | R\$1,65 | R\$1,65 | 9,4% | 9,8% |
| Ácidos Graxos | R\$0,00 | R\$0,00 | 0,15% | 0,15% |

Dados de produção de biodiesel

Os dados de investimentos e custos de produção de biodiesel utilizados na simulação consideram os custos de produção para as seguintes capacidades: 10, 30, 60, 82 e 100 milhões de litros de biodiesel

por ano. Os dados dessas diferentes fontes foram organizados para formar três cenários possíveis para custos de biodiesel: pessimista, provável e otimista – onde cada fonte constitui um cenário.

A escolha dos cenários foi feita de acordo com o custo total por litro obtido em cada estudo, conforme apresentado na Tabela 4.

Os insumos do processo de transesterificação são: óleo vegetal, álcool e catalisador. São gerados glicerina e ácidos graxos como subprodutos da reação. Os coeficientes técnicos e preços desses componentes são apresentados na Tabela 5.

RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados preliminares obtidos na simulação consideram os três cenários já descritos: pessimista, otimista e provável. O custo do biodiesel na base é igual ao seu custo na fábrica mais o ICMS e o seu custo final inclui despesas com impostos. Para o cálculo total de imposto pago por litro de biodiesel considera-se que 40% da matéria-prima é proveniente da agricultura familiar e 60% da agricultura intensiva. Outro parâmetro considerado é o grau de ociosidade das fábricas de óleo e biodiesel.

A Tabela 6 apresenta os resultados das simulações para a cadeia totalmente verticalizada (plantio de oleaginosa + extração do óleo + produção de biodiesel), considerando os 3 cenários possíveis para as etapas de plantio e extração e o cenário provável para biodiesel (fábrica de 82 milhões de litros). São mostrados os custos por tonelada de cachos de frutos frescos (CFF) e por litro de óleo de dendê, do biodiesel na fábrica e na base no *bre-*

ak even – ponto onde o somatório dos VPLs das receitas e despesas acumuladas em cada ano é nulo ao final do horizonte de planejamento. A escolha do *break even* como opção para a análise deveu-se ao fato deste ser o ponto em que as receitas igualam-se aos custos (incluídos os custos de investimento e de remuneração do capital), portanto, a partir do qual o projeto passa a ser economicamente viável.

A Tabela 7 apresenta os resultados das simulações para a cadeia verticalizada apenas para a extração do óleo e produção de biodiesel, considerando um preço de compra dos cachos de frutos frescos (CFF) igual a R\$150,00 por tonelada.

No caso da cadeia desverticalizada (apenas produção de biodiesel), considera-se um preço de compra do óleo vegetal de R\$1,50 por litro. Nesse caso, o custo do biodiesel na base chega a R\$2,09 por litro.

A Figura 6 sintetiza o preço do biodiesel na base, com custos logísticos e todos os impostos, inclusive ICMS. Verifica-se que em 8 dos 13 cenários analisados consegue-se um preço final inferior a R\$1,60.

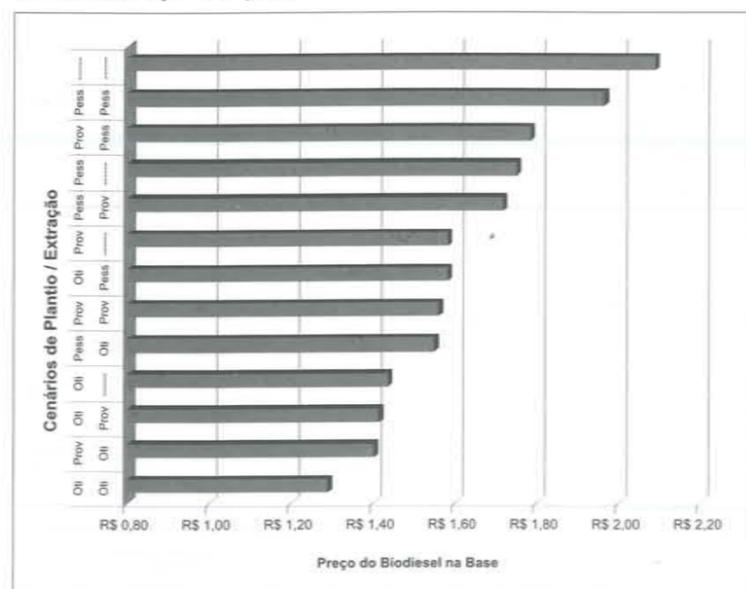
Tabela 6
Resultados das simulações para a cadeia totalmente verticalizada

| Cenário Agrícola | Extração | \$CFF (Ton) | \$ Óleo (l) | \$Biodiesel | |
|------------------|------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| | | | | Fábrica (l) | Base (l) |
| Pessimista | Pessimista | R\$ 188,84 | R\$ 1,39 | R\$ 1,74 | R\$ 1,96 |
| Pessimista | Provável | R\$ 188,84 | R\$ 1,23 | R\$ 1,58 | R\$ 1,78 |
| Pessimista | Otimista | R\$ 188,84 | R\$ 1,05 | R\$ 1,40 | R\$ 1,58 |
| Provável | Pessimista | R\$ 145,34 | R\$ 1,17 | R\$ 1,52 | R\$ 1,72 |
| Provável | Provável | R\$ 145,34 | R\$ 1,03 | R\$ 1,38 | R\$ 1,56 |
| Provável | Otimista | R\$ 145,34 | R\$ 0,90 | R\$ 1,25 | R\$ 1,41 |
| Otimista | Pessimista | R\$ 114,03 | R\$ 1,02 | R\$ 1,37 | R\$ 1,55 |
| Otimista | Provável | R\$ 114,03 | R\$ 0,89 | R\$ 1,24 | R\$ 1,40 |
| Otimista | Otimista | R\$ 114,03 | R\$ 0,79 | R\$ 1,14 | R\$ 1,29 |

Tabela 7
Resultados das simulações para a cadeia parcialmente verticalizada

| | Cenário | | |
|-------------------------|------------|------------|------------|
| | Pessimista | Provável | Otimista |
| \$CFF (Ton) | R\$ 150,00 | R\$ 150,00 | R\$ 150,00 |
| \$Óleo (l) | R\$ 1,20 | R\$ 1,05 | R\$ 0,92 |
| \$Biodiesel Fábrica (l) | R\$ 1,55 | R\$ 1,40 | R\$ 1,27 |
| \$Biodiesel Base (l) | R\$ 1,75 | R\$ 1,58 | R\$ 1,43 |

Figura 6
Resultados para o preço do biodiesel



CONCLUSÃO

O modelo de simulação utilizado revelou preços mais atrativos que os praticados nos quatro leilões de biodiesel no Brasil. Estes leilões tiveram como objetivo garantir aos produtores de biodiesel e aos agricultores, especialmente os que praticam agricultura familiar, um mercado para a venda da produção. O preço FOB máximo de referência estabelecido pela ANP e pelo Ministério de Minas e Energia (MME) foi de R\$1,90 por litro, sendo que a oferta vencedora foi de R\$1,74 por litro. Esse preço pode ser comparado ao preço do biodiesel de óleo de dendê na fábrica e nesse caso, 12 dos 13 cenários analisados levam a uma produção de biodiesel a preços inferiores ao valor mínimo do leilão, mostrando a competitividade da cadeia produtiva do dendê na Bahia. Os investidores e demais interessados podem usar os indicadores de desempenho gerados pelo modelo de simulação em seu processo de apoio à decisão de investir na cadeia produtiva do biodiesel.

Apesar dos estudos realizados revelarem um bom desempenho da cadeia produtiva do biodiesel de óleo de dendê no sul da Bahia, algumas considerações devem ser tecidas, como a acidez do óleo de dendê. De acordo com dados primários, o grau de acidez do

óleo obtido pelas empresas do Baixo Sul varia entre 2,5% e 5,5%. Para que se consiga produzir um biodiesel que atenda às especificações da ANP, deve-se utilizar como insumo um óleo vegetal com, no máximo, 1% de acidez. Verifica-se, assim, uma incongruência entre os graus de acidez exigidos e os praticados. Esse problema pode ser atenuado através de uma capacitação logística local, diminuindo o tempo entre a colheita e o processamento. Assim, os cachos chegariam mais rápido ao seu destino e, portanto, mais frescos e com menor acidez.

Pela questão da perecibilidade do dendê (que acarreta num aumento da acidez do óleo), a extração do óleo tem que ocorrer em no máximo 48 horas após a colheita. Dessa forma, a usina de extração de óleo vegetal deverá ser localizada próximo à região produtora, ou seja, no Baixo Sul.

Outra questão a ser destacada é que o estudo da cadeia agrícola considerou as hipóteses de uso da espécie *Tenera* e condições adequadas de trato cultural. Todavia, essas hipóteses não são a realidade atual dos pequenos agricultores do Baixo Sul, que trabalham em sua maioria com a espécie *Dura*, com pouco apoio técnico. Assim, torna-se mister o apoio de órgãos públicos para a capacitação do pequeno agricultor no cultivo da espécie *Tenera*. Devido ao elevado tempo de maturação do dendezeiro (pelo menos 4 anos desde o plantio), também se preconiza o financiamento de longo prazo ao pequeno produtor. As questões da perecibilidade do cacho, tratos culturais e financiamento agrícola poderiam ser melhor tratadas a partir da cooperação e associação dos pequenos agricultores, estruturas estas ainda incipientes no Baixo Sul.

Por fim, deve-se destacar ainda que a desoneração de impostos em todos os elos da cadeia produtiva é um fator fundamental para que o preço do biodiesel possa ser competitivo com o do diesel de petróleo, além de permitir as margens adequadas para os produtores e industriais. Considerando-se a desoneração total de impostos, obteve-se um custo de

biodiesel num cenário provável de R\$1,29 por litro, na base de distribuição. Segundo Bockey e von Schenck (2006), o preço de produção do biodiesel na Alemanha (maior produtor mundial) variou entre R\$1,82 e R\$1,96 (preços na usina), entre 2004 e 2005. Assim, o biodiesel produzido a partir do óleo de dendê da Bahia não somente seria comparável ao do diesel de petróleo, mas também seria competitivo em nível internacional.

REFERÊNCIAS

Bahia Invest. Disponível em: <<http://www.bahiainvest.com.br>> Acesso em: 23 jul. 2005.

BOCKEY, D.; von Schenck W. Biodiesel Production and Marketing in Germany 2005. UFOP – Union zur Förderung von Oel – und Proteinpflanzen, 2006.

BRASIL. Lei nº. 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/legis/leis/11097_2005.htm> Acesso em: 15 jul. 2005.

CAMPOS, I. Biodiesel e Biomassa: duas fontes para o Brasil. *Revista Eco 21*, ano 13, n. 80, Jul. 2003. Disponível em: <<http://www.eco21.com.br>> Acesso em: 12 ago. 2005.

EMBRAPA AMAZÔNICA OCIDENTAL. Disponível em: <<http://www.cpaa.embrapa.br/produto/dendel/>> Acesso em: 03 jun. 2005.

ECONOMIC RESEARCH SERVICE. *Oil Crops Yearbook – Relatório de 2006*.

HOLANDA, A. *Biodiesel e Inclusão Social*. Brasília: Câmara dos Deputados. Coordenação de Publicações, 2004.

MEIRELLES, F. S. Biodiesel. *Informe Departamento Econômico FAESP*, n. 67, Out. 2003. Disponível em: <<http://www.faespsenar.com.br/faesp/economico/EstArtigos/biodiesel.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2005.

MENON, A.; et al. Antecedents and consequences of marketing strategy making. *A Model and a Test Journal of Marketing*, v. 63, n. 2, p. 18-40, 1999.

NEGRÃO, L. C. P.; URBAN, M. L. P. Álcool como "Commodity" Internacional. *Revista Economia & Energia*, ano 8, n. 47, Dez. 2004 / Jan. 2005. Disponível em: <http://ecen.com/eee47/eee47p/alcoool_commodity.htm> Acesso em: 18 out. 2005.

PARENTE, E. J. S. *Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado*. Fortaleza: Unigráfica, 2003.

PETROBRAS. Programa Tecnológico de Energias Renováveis. Disponível em: <http://www2.petrobras.com.br/tecnologia/portugues/programas_tecnologicos/proger.stm> Acesso em: 12 jun. 2005.

PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL. O *Biodiesel*. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>> Acesso em: 12 abr. 2005.

ROCHA, H. M. *A produção de oleaginosas na Bahia e sua inserção no Programa Biodiesel*. [Salvador]: SEAGRI, [2005]. Apresentação. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/palestra_oleaginosas.pdf> Acesso em: set. 2005.

SAMANEZ, C. P. *Matemática financeira: aplicações à análise de investimentos*. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

SANDE, L. *Diagnóstico da cadeia produtiva do dendê no Baixo Sul da Bahia*. [Salvador]: Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração da Bahia, 2002.

SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS; FGV. *Estudo de viabilidade econômica: dendê*. 2003. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/suframa_publicacoes.cfm> Acesso em: 03 jun. 2005.

VALE VERDE. *Embrapa discute viabilidade do dendê no Brasil – Ambiente Brasil – 27/06/05*. Disponível em: <<http://www.valeverde.org.br/html/clip2.php?id=2950&categoria= Agricultura>> Acesso em: 20 dez. 2005.

YIN, R. *Estudo de caso: planejamento e método*, v. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2005.