



Adriana Leiras

**A Cadeia Produtiva do Biodiesel: uma avaliação
econômica para o caso da Bahia**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre pelo Programa
de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da
PUC-Rio.

Orientador: Prof. Sílvio Hamacher

Co-orientador: Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo

Rio de Janeiro, agosto de 2006



Adriana Leiras

**A Cadeia Produtiva do Biodiesel: uma avaliação econômica
para o caso da Bahia**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio.
Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Sílvio Hamacher

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo

Co-orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Dr. Horacio Nelson Hastenreiter Filho

SECTI-BA

Dr. Eduardo Homem de Siqueira Cavalcanti

INT/SECTI-RJ

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 24 de agosto de 2006

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Adriana Leiras

Graduou-se em Engenharia de Produção pela PUC-Rio em 2004. Depois de graduada ingressou no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio para obtenção do título de Mestre. Nesse período, trabalhou como pesquisadora no Projeto Biodiesel. Durante a graduação, estagiou em empresa do ramo de mídia impressa, atuando nas áreas de Suprimentos, Planejamento e Controle da Produção e Engenharia de Processos. Atualmente exerce o cargo de Engenheira de Produção nesta empresa.

Ficha Catalográfica

Leiras, Adriana

A cadeia produtiva de biodiesel: uma avaliação econômica para o caso da Bahia / Adriana Leiras ; orientador: Silvio Hamacher ; co-orientador: Luiz Felipe Roris Rodrigues Scavarda do Carmo. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Engenharia Industrial.

156 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Biodiesel. 3. Cadeia produtiva. 4. Bahia. 5. Avaliação econômica. 6. Dendê. 7. Soja. 8. Mamona. 9. Algodão. I. Hamacher, Silvio. II. Carmo, Luiz Felipe Roris Rodrigues Scavarda. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.7

À minha família

Agradecimentos

À toda minha família, pelo carinho, apoio e compreensão, em particular à minha mãe – Maria –, ao meu pai – Walter –, às minhas irmãs – Mariana e Fabiana – e aos meus sobrinhos – Bianca, Patric e Beatriz.

Ao Orientador Sílvio Hamacher e ao Co-orientador Luiz Felipe Scavarda, pela amizade, pela orientação, pela oportunidade e pela confiança em mim depositada.

Aos professores, funcionários e colegas de mestrado do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio, pela amizade e por todo apoio e incentivo durante a elaboração da tese.

À PUC-Rio, por me acolher como estudante ao longo de todos os anos de graduação e de pós-graduação.

À CAPES e à PUC-Rio, pelo apoio financeiro durante a execução da dissertação.

À Secretaria de Ciência e Tecnologia da Bahia (SECTI-BA), pela oportunidade de conhecer e estudar a cadeia produtiva do biodiesel no estado da Bahia.

À Pauletti Rocha e Roberto Fortuna, pela ajuda e orientação neste trabalho.

À Fundação de Apoio à Pesquisa da Bahia (FAPESB-BA), pelo apoio financeiro.

Ao Professor Eugenio Epprecht, pela orientação na iniciação científica e ao Professor Leonardo Lustosa pela orientação no projeto final da graduação.

À Jaqueline, Érica, Bia, Letícia, Carol, Thaís e Pri, pela amizade.

À Renata e ao Paulo, pelo apoio na fase final deste trabalho.

À Rosana, Gessilene e Jorge, pelo exemplo e pela orientação.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho.

Resumo

Leiras, Adriana. **A Cadeia Produtiva do Biodiesel: uma avaliação econômica para o caso da Bahia**. Rio de Janeiro, 2006. 156p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As questões ligadas às energias renováveis vêm ganhando muita importância e destaque 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, esta dissertação de mestrado contribui para a análise da transição de estudos pontuais, voltados a técnicas de produção ou transformação, para um cenário agroindustrial que permita a criação de uma estrutura organizada para produção e distribuição do biodiesel ao longo da cadeia produtiva. Nesse contexto, os objetivos deste trabalho são: (1) analisar a cadeia produtiva do biodiesel, englobando áreas rurais, usinas e bases distribuidoras de combustíveis, bem como transporte e armazenagem de matéria-prima, óleos e biodiesel; (2) elaborar um modelo de simulação que possibilite a realização de estudos de viabilidade econômica da cadeia produtiva do biodiesel. No total foram simulados 52 cenários para a produção do biodiesel na Bahia a partir dos óleos de dendê, mamona, soja e algodão. O custo final obtido para o biocombustível foi inferior ao menor valor obtido nos quatro leilões de biodiesel já realizados no Brasil (R\$1,74 por litro) em 12 dos 13 cenários simulados para o dendê; 13 dos 13 cenários simulados para a soja; 12 dos 22 cenários simulados para a mamona e 4 dos 4 cenários simulados para o algodão. Assim, os resultados apontam para uma grande competitividade dessa produção na Bahia.

Palavras-chave

Biodiesel; Cadeia Produtiva; Bahia; Avaliação Econômica; Dendê; Soja; Mamona; Algodão

Abstract

Leiras, Adriana. **The Biodiesel Productive Chain: an economic evaluation for the Bahia case.** Rio de Janeiro, 2006. 156p. M. Sc. Dissertation - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Issues concerning renewable energies have been considered very important in Brazil and are now being the arena of many local political and economic discussions. In spite of being the biodiesel deeply investigated, regional characteristics of this biofuel have not been enough analyzed. Therefore, this master dissertation contributes to the analysis of the transition of specific and punctual studies that regard production and transformation techniques, to an agroindustrial scenario that allows the creation of an organized structure for production and distribution of biodiesel along its productive chain. Within this context, this dissertation aims: (1) to analyze the biodiesel productive chain, embracing agricultural areas, oil extraction plants, and fuel distribution bases, as well as the storage and transport of raw material, oils and biodiesel; (2) to develop a simulation model that evaluates the economic feasibility of this chain. 52 scenarios were simulated for the production of biodiesel in Bahia from the following oils: dende palm, castor, soybean, and cotton. The final cost obtained for this biofuel was smaller than the lowest value obtained in the four biodiesel auctions carried out recently in Brazil (R\$1.74 per liter) in 12 of the 13 scenarios simulated for the dende palm oil; in 13 of the 13 simulated for the soybean oil; in 12 of the 22 scenarios simulated for the castor oil; and in 4 of the 4 scenarios simulated for the cotton oil. As a result, the findings obtained point to the competitiveness of this productive chain in Bahia.

Key words

Biodiesel; Productive Chain; Bahia; Economic Evaluation; Dende Palm; Soybean; Castor; Cotton

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15
2 A QUESTÃO DO BIODIESEL.....	22
2.1. CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL.....	22
2.2. PRODUÇÃO E MERCADO.....	28
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	34
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	34
3.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	36
3.3 AMOSTRA.....	36
4 MODELO DE SIMULAÇÃO.....	38
5 CADEIA PRODUTIVA DE OLEAGINOSAS NA BAHIA.....	42
5.1 CADEIA PRODUTIVA DO DENDÊ	42
5.2 CADEIA PRODUTIVA DA SOJA	46
5.3 CADEIA PRODUTIVA DA MAMONA	51
5.4 CADEIA PRODUTIVA DO ALGODÃO	56
6 DADOS UTILIZADOS NO MODELO DE SIMULAÇÃO.....	59
6.1. DENDÊ	59
6.1.1 Produtividade Agrícola.....	60
6.1.2 Preço da Oleaginosa	62
6.1.3 Custos Agrícolas	62
6.1.4 Coeficientes Técnicos da Extração e Preços de Co-produtos	66
6.1.5 Custos de Extração de Óleo.....	67
6.2. SOJA.....	69
6.2.1 Produtividade Agrícola.....	70
6.2.2 Preço da Oleaginosa	71
6.2.3 Custos Agrícolas.....	72
6.2.4 Coeficientes Técnicos da Extração e Preços de Co-produtos	73
6.2.5 Custos de Extração de Óleo.....	76
6.3. MAMONA	78
6.3.1. Produtividade Agrícola.....	78
6.3.2. Preço da Oleaginosa	79
6.3.3 Custos Agrícolas.....	80
6.3.4 Coeficientes Técnicos da Extração e Preços de Co-produtos	81
6.3.5 Custos de Extração de Óleo.....	82
6.4. ALGODÃO.....	83

6.4.1 Coeficientes Técnicos da Extração e Preços de Co-produtos	83
6.4.2 Custos de Extração de Óleo.....	85
6.5. BIODIESEL.....	86
6.5.1 Coeficientes Técnicos do Processo e Preços de Co-produtos	86
6.5.2 Custos de Produção.....	88
7 TRANSPORTE E LOGÍSTICA.....	91
7.1. LOGÍSTICA.....	91
7.1.1 Dendê.....	93
7.1.2 Soja e Algodão.....	93
7.1.3 Mamona.....	94
7.2. CUSTOS DE TRANSPORTE	95
8 RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	97
8.1. RESULTADOS.....	97
8.1.1 Dendê.....	98
8.1.2 Soja	100
8.1.3 Mamona.....	101
8.1.4 Algodão.....	103
8.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SIMULAÇÃO	104
8.3. ÁREA NECESSÁRIA PARA ATENDER À DEMANDA DE BIODIESEL	107
8.4. ANÁLISE DO MERCADO DE ÓLEOS VEGETAIS	110
9 CONCLUSÕES	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
APÊNDICE I: LISTA DE ENTREVISTADOS.....	124
APÊNDICE II: QUESTIONÁRIO APLICADO PARA A CADEIA DO BIODIESEL.....	126
APÊNDICE III: MODELO DE SIMULAÇÃO	132
APÊNDICE IV: PLANTIO E EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE DENDÊ.....	135
APÊNDICE V: PLANTIO E EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA.....	140
APÊNDICE VI: PLANTIO E EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE MAMONA	145
APÊNDICE VII: PLANTIO E EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE ALGODÃO	151
APÊNDICE VIII: DADOS DE PLANTIO DE ALGODÃO.....	154

Lista de Figuras

Figura 1: Participação de biocombustíveis na matriz energética.....	16
Figura 2: Cadeia de produção do biodiesel.....	22
Figura 3: Fluxograma do processo de produção do biodiesel.....	24
Figura 4: Vendas de biodiesel na Alemanha	29
Figura 5: Triangulação de Métodos.....	35
Figura 6: <i>Framework</i> da metodologia de pesquisa	35
Figura 7: Etapas da pesquisa.....	36
Figura 8: Distribuição geográfica do dendê na Bahia	43
Figura 9: Produção mundial de soja.....	47
Figura 10: Produção brasileira de soja.....	48
Figura 11: Distribuição geográfica da soja na Bahia	49
Figura 12: Produção mundial de mamona.....	53
Figura 13: Distribuição da mamona na Bahia	53
Figura 14: Exportações de óleo de mamona.....	55
Figura 15: Produção brasileira de caroço de algodão	57
Figura 16: Distribuição da mamona na Bahia	57
Figura 17: Produção/ exportação brasileira de óleo de algodão.....	58
Figura 18: Produtividade do dendê	61
Figura 19: Cotação da soja em Barreiras - BA (em R\$/ton).....	72
Figura 20: Comparação de cotações do farelo e do grão de soja.....	75
Figura 21: Variação das cotações da mamona em Irecê	79
Figura 22: Cotações do óleo de mamona em Roterdã	81
Figura 23: Série histórica de preços do metanol.....	87
Figura 24 : Bases de distribuição de combustíveis na Bahia	91
Figura 25: Preços de biodiesel na Alemanha	107
Figura 26: Evolução dos preços de óleos vegetais nos EUA.....	111
Figura 27: Preços de óleos vegetais na Europa	112
Figura 28: Preços de óleo de canola na Alemanha	114
Figura 29: Fluxograma para extração de óleo de dendê.....	138
Figura 30: Fluxograma da extração de óleo de soja	143
Figura 31: Fluxograma da extração de óleo de soja.....	143
Figura 32: Fluxograma da extração de óleo de mamona	149
Figura 33: Fluxograma da extração de óleo de algodão.....	153
Figura 34: Cotações da pluma de algodão em Barreiras	155

Lista de Tabelas

Tabela 1: Tipos de usinas recomendadas para extração de óleo	23
Tabela 2: Comparação das rotas metilica e etilica	25
Tabela 3: Estimativa de produção de biodiesel por país	28
Tabela 4: Capacidade de plantas de biodiesel no Brasil	30
Tabela 5: Tributos incidentes na produção de biodiesel	33
Tabela 6: Produção de cachos de dendê na Bahia	43
Tabela 7: Cultura do dendê no Baixo Sul.....	44
Tabela 8: Empresas produtoras de óleo de dendê na Bahia	45
Tabela 9: Produção de soja na Bahia.....	48
Tabela 10: Capacidade instalada de processamento de soja	50
Tabela 11: Produção mundial de mamona.....	52
Tabela 12: Produção de mamona na Bahia.....	54
Tabela 13: Exportações de óleo de mamona	55
Tabela 14: Produção de algodão em caroço na Bahia	57
Tabela 15: Variação da produtividade do dendê no Baixo Sul	60
Tabela 16: Valores de produtividade máxima do dendê para diferentes cenários	61
Tabela 17: Variação dos preços dos cachos de dendê.....	62
Tabela 18: Custos no pré-viveiro - dendê	64
Tabela 19: Custos no viveiro - dendê	64
Tabela 20: Custos de aquisição de mudas de dendê para diferentes cenários	65
Tabela 21: Custos de plantio e tratos culturais do dendê.....	65
Tabela 22: Custos de plantio/tratos culturais do dendê	65
Tabela 23: Custos por hectare com tratos culturais no período sem produção - dendê.....	65
Tabela 24: Custos por ha com tratos culturais no período sem produção - dendê	66
Tabela 25: Distribuição anual dos custos de produção do dendê por hectare	66
Tabela 26: Percentuais e preços dos produtos obtidos na prensagem do dendê.....	67
Tabela 27: Cenários de preços e % dos produtos obtidos na prensagem do dendê.....	67
Tabela 28: Investimentos e custos operacionais para o dendê.....	68
Tabela 29: Investimentos da usina de prensagem de dendê	68
Tabela 30: Cenários de investimentos na extração de óleo de dendê	69
Tabela 31: Variação da produtividade da soja em diferentes locais	70
Tabela 32: Valores de produtividade máxima da soja para diferentes cenários	71
Tabela 33: Cotações anuais médias dos grãos de soja na bolsa de Chicago (em US\$/ton).....	71
Tabela 34: Investimento inicial para o plantio de soja.....	73
Tabela 35: Componentes do custo de aquisição de sementes de soja.....	73
Tabela 36: Custos operacionais para o plantio da soja	73

Tabela 37: Rendimentos do processo de produção de óleo de soja	74
Tabela 38: Rendimentos para diferentes cenários.....	74
Tabela 39: Cotações anuais médias do óleo e do farelo de soja na bolsa de Chicago (em US\$/ton)	74
Tabela 40: Estatística de regressão	75
Tabela 41: Características das empresas produtoras de óleo.....	77
Tabela 42: Cenários de produtividade da mamona para plantio não consorciado	78
Tabela 43: Cenários de produtividade da mamona e do feijão para plantio consorciado	78
Tabela 44: Preço do feijão (R\$/saca).....	79
Tabela 45: Preço da mamona em Irecê (R\$/saca).....	80
Tabela 46: Investimento inicial para o plantio de mamona	80
Tabela 47: Custos operacionais para o plantio da mamona	80
Tabela 48: Rendimentos do processo de extração de óleo de mamona.....	81
Tabela 49: Preços da torta de mamona	81
Tabela 50: Cenários de produtividade do algodão	84
Tabela 51: Evolução dos preços de óleos de algodão nos EUA	84
Tabela 52: Investimentos para extração de óleo de algodão.....	85
Tabela 53: Coeficientes técnicos para produção de biodiesel	86
Tabela 54: Comparação de custos de produção de biodiesel.....	88
Tabela 55: Investimento e custos operacionais para biodiesel.....	89
Tabela 56: Investimento e custos operacionais para biodiesel.....	89
Tabela 57: Investimento e custos operacionais	90
Tabela 58: Resultados para a cadeia verticalizada do dendê – Plantio pessimista	98
Tabela 59: Resultados para a cadeia verticalizada do dendê – Plantio provável.....	99
Tabela 60: Resultados para a cadeia verticalizada do dendê – Plantio otimista.....	99
Tabela 61: Resultados para a cadeia semi-verticalizada do dendê	99
Tabela 62: Resultados para a cadeia desverticalizada do dendê.....	99
Tabela 63: Resultados para a cadeia verticalizada da soja – Plantio pessimista	100
Tabela 64: Resultados para a cadeia verticalizada da soja – Plantio provável.....	100
Tabela 65: Resultados para a cadeia verticalizada da soja – Plantio otimista.....	100
Tabela 66: Resultados para a cadeia semi-verticalizada da soja.....	101
Tabela 67: Resultados para a cadeia desverticalizada da soja	101
Tabela 68: Resultados para a cadeia verticalizada da mamona – Plantio pessimista	101
Tabela 69: Resultados para a cadeia verticalizada da mamona – Plantio provável.....	101
Tabela 70: Resultados para a cadeia verticalizada da mamona – Plantio otimista	102
Tabela 71: Resultados para a cadeia semi-verticalizada da mamona.....	102
Tabela 72: Resultados para a cadeia desverticalizada da mamona	102
Tabela 73: Resultados para a cadeia semi-verticalizada do algodão	103
Tabela 74: Resultados para a cadeia desverticalizada do algodão.....	103
Tabela 75: Síntese de resultados – Custo do litro do biodiesel na base.....	104

Tabela 76: Avaliação da ociosidade das fábricas de óleo de soja e biodiesel	105
Tabela 77: Período de safra das oleaginosas analisadas	106
Tabela 78: Efeito da desoneração tributária no custo do litro de biodiesel na base	106
Tabela 79: Taxas de crescimento da demanda de diesel (% a.a).....	108
Tabela 80: Demanda projetada de óleo diesel (bilhões de litros)	108
Tabela 81: Demanda de biodiesel (milhões de litros)	109
Tabela 82: Área necessária para atender à demanda de biodiesel (mil hectares).....	109
Tabela 83: Média e desvio-padrão de preços de óleos vegetais nos EUA (R\$/ton)	111
Tabela 84: Média e desvio-padrão de preços de óleos vegetais na Europa (R\$/ton)	112
Tabela 85: Produção mundial de óleos vegetais.....	113
Tabela 86: Entrevistados atuantes na produção e/ ou pesquisas sobre oleaginosas	124
Tabela 87: Entrevistados atuantes na produção de óleo vegetal	124
Tabela 88: Entrevistados atuantes na produção e/ ou pesquisas sobre biodiesel.....	125
Tabela 89: Entrevistados atuantes em logística e comercialização	125
Tabela 90: Descrição do processo de produção de óleo.....	139
Tabela 91: Produtividade do algodão em caroço em diferentes locais.....	154
Tabela 92: Cenários de produtividade do algodão em caroço	155
Tabela 93: Cenários de preços da pluma de algodão	155
Tabela 94: Investimento inicial para o plantio de algodão	156
Tabela 95: Custos operacionais para o plantio do algodão.....	156

O motor diesel pode ser alimentado com óleos vegetais e poderá ajudar consideravelmente o desenvolvimento da agricultura nos países onde ele funcionar. Isto parece um sonho do futuro, mas eu posso prever com inteira convicção que esse modo de emprego do motor diesel pode, num tempo dado, adquirir uma grande importância.

Rudolph Diesel, 1898

1

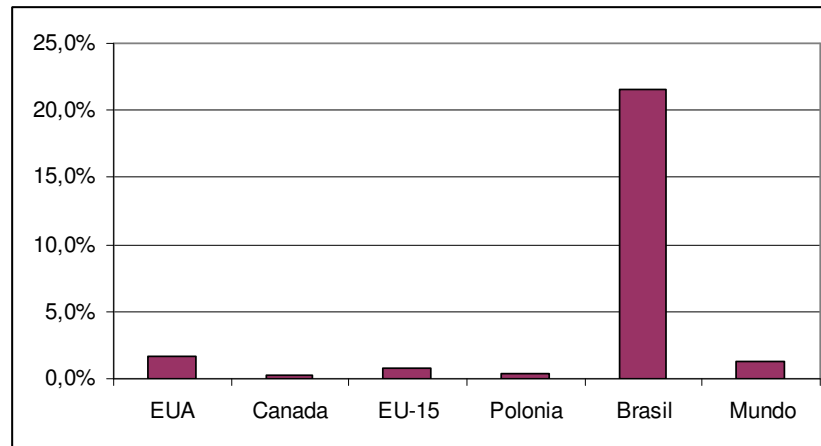
Introdução

Energias renováveis são aquelas provenientes de fontes naturais capazes de se regenerar e que, portanto, não alteram o equilíbrio do planeta (Rostand, 2006). Este tipo de energia é um elemento essencial para se alcançar o desenvolvimento sustentável e adquire importância maior ao prover serviços como luz, calefação, refrigeração, calor seguro para cozinhar, 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).

Os principais tipos de energias renováveis são: a solar (fotovoltaica e térmica), o biogás (de lixo, esterco ou esgoto), a biomassa (restos agrícolas, serragem, biodiesel, álcool e *óleos in natura*), a eólica e as centrais hidrelétricas.

O Brasil é um país de destaque na utilização de biomassa desde 1920, utilizando o álcool combustível. Com o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), criado em 1975, o país foi pioneiro na efetiva substituição da gasolina em meio à crise dos preços do petróleo. Desde então, o álcool da cana-de-açúcar é usado como combustível de duas maneiras: como álcool etílico hidratado carburante – em carros 100% movidos a álcool – ou como álcool anidro – em carros a gasolina, com adição média variando de 20% a 25% (Negrão e Urban, 2004).

Atualmente, o Brasil possui uma nova oportunidade tecnológica e estratégica na utilização de biomassa: a produção de biodiesel. Acrescente-se a isso que o País já tem na produção de álcool de cana-de-açúcar um excelente exemplo neste sentido. A Figura 1 mostra a participação dos biocombustíveis (biodiesel e álcool) no consumo de combustíveis para transportes, com destaque para a participação brasileira, em função do sucesso do Proálcool.



Eu-15: Europa dos 15

Figura 1: Participação de biocombustíveis na matriz energética. Fonte: von Lampe (2006)

O biodiesel é um biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia, 2005).

As matérias-primas para a produção de biodiesel são óleos vegetais, gorduras animais, óleos e gorduras residuais. Algumas fontes para extração de óleo vegetal são: baga da mamona, polpa do dendê (palma), 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. Entre as gorduras animais pode-se citar o sebo bovino e os óleos de peixes. Os óleos e gorduras residuais, resultantes do processamento doméstico, comercial e industrial, também podem ser utilizados como matéria-prima para a produção de biodiesel (Parente, 2003).

A importância do biodiesel para o Brasil provém principalmente dos argumentos: (1) ser uma alternativa de diminuição da dependência dos derivados de petróleo, ajudando a diversificar a matriz energética brasileira; (2) ser um componente obrigatório no curto/médio prazo na composição do óleo diesel comercializado no território nacional; (3) criar um novo mercado para as oleaginosas, possibilitando a geração de novos empregos em regiões carentes do país e aumentando seu valor agregado com a sua transformação em biodiesel; (4) 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.

A seguir serão descritos com maiores detalhes cada um dos argumentos anteriormente listados.

(1) O biodiesel pode substituir total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclodiesel automotivos (de caminhões, tratores, camionetas, automóveis, etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc.). O mercado automotivo pode ser subdividido em dois grupos: um composto por grandes consumidores com circulação geograficamente restrita – tais como empresas de transportes urbanos – e o outro pelo consumo a varejo, com a venda do biocombustível nos postos de revenda tradicionais. O mercado de estações estacionárias caracteriza-se basicamente por instalações de geração de energia elétrica. Como exemplo deste nicho de mercado, pode-se citar a geração de energia na indústria e no comércio como forma de redução do consumo no horário de pico, e em localidades não supridas pelo sistema regular nas regiões remotas do país (Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, 2005).

Segundo dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o consumo de óleo diesel no Brasil atingiu em 2005 a marca de 37 bilhões de litros por ano, sendo 2,4 bilhões provenientes de importações. Cada 2% de biodiesel misturado ao óleo diesel consumido no País representa uma economia de divisas de cerca de US\$425 milhões/ano, significando uma redução de 33% destas importações (Scheidt, 2005).

(2) O biodiesel pode ser usado puro ou misturado ao diesel de petróleo em diversas proporções¹. 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 (MCT, 2005). 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 (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.

(3) 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 co-produtos da produção do biodiesel. A produção de oleaginosas poderá expandir significativamente para atender o aumento da demanda por óleo para a produção de biodiesel, ressaltando-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. 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).

(4) Estudos realizados pela Universidade de São Paulo (USP) demonstram que a substituição do óleo diesel mineral pelo biodiesel resulta em reduções de emissões de 20% de enxofre, 9,8% de anidrido carbônico, 14,2% de hidrocarbonetos não queimados, 26,8% de material particulado e 4,6% de óxido de nitrogênio². Os benefícios ambientais 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 "sequestro de carbono"³, através do Fundo Bio de Carbono (CBF), administrados pelo Banco Mundial (Meirelles, 2003). Apesar dessas expressivas vantagens, segundo Clery (2001), um estudo da União Européia mostrou que o biodiesel gera emissões de NO_x (óxidos de nitrogênio) marginalmente piores que a do diesel de petróleo.

² Deve ser observado que estes percentuais referem-se à utilização do biodiesel em substituição ao diesel. No caso de mistura, a redução será proporcional à parcela substituída e, deste modo, o B5 (5% de mistura) reduziria as emissões totais de enxofre em 1% e o B10 (10% de mistura) em 2%.

³ O biodiesel permite que se estabeleça um ciclo de carbono, no qual parte do CO₂ absorvido durante o crescimento da planta é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor (Holanda, 2004).

Objetivo

A questão do biodiesel está sendo amplamente investigada pelas 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 (MCT) –, a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, a Coordenação do Programa de Biodiesel – no âmbito da Gerência de Energia Renovável da Petrobras –, 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, a principal contribuição deste trabalho é uma análise da transição de estudos pontuais, voltados a técnicas de produção ou transformação, para um cenário agroindustrial que permita a produção de 800 milhões de litros de biodiesel em 2008 – conforme os cálculos do governo federal – e 2,5 bilhões de litros de biodiesel a partir de 2013 – conforme estimado por Tavares (2005) – para atender à Lei nº. 11.097.

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 do trabalho são:

- Analisar a cadeia produtiva do biodiesel, englobando áreas rurais, usinas e bases distribuidoras de combustíveis, bem como transporte e armazenagem de matéria-prima, óleos e biodiesel;
- Elaborar um modelo de simulação que possibilite a realização de estudos de viabilidade econômica da cadeia produtiva do biodiesel.

A questão central da pesquisa é: A produção do biodiesel a partir de óleos vegetais é economicamente viável?

Perguntas de pesquisa

A análise dos elementos relevantes para responder a esta questão central da pesquisa é ordenada de acordo com as seguintes perguntas-chave:

- 1) Quais são a capacidade instalada, a produtividade, os preços de venda, os impostos incidentes, os níveis e custos de produção dos insumos para a produção de biodiesel na Bahia?
- 2) Quais as variáveis essenciais para a formação do preço do biodiesel?
- 3) Qual a necessidade de área plantada para atender a demanda de biodiesel gerada pela Lei nº. 11.097?

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.

A pesquisa é delimitada ao estudo da cadeia produtiva do biodiesel produzido a partir de óleos vegetais, pois, no momento, esta é a rota de produção de maior importância para o Estado da Bahia. São consideradas apenas as seguintes oleaginosas: dendê, mamona, soja e algodão, cujo cultivo se adapta às condições climáticas da Bahia e para as quais existem dados disponíveis sobre custos e produtividades para a realização do estudo.

Como os custos de produção variam de uma região para outra mesmo dentro do Estado, para simplificação dos cálculos, a Bahia foi dividida em macro-regiões de interesse. Alguns custos são considerados de forma agregada também para simplificação dos cálculos.

Uma outra delimitação dessa pesquisa refere-se aos membros da cadeia produtiva. São analisados apenas os membros considerados como mais relevantes da cadeia, que são: os produtores de oleaginosas, de óleo vegetal e de biodiesel, bem como seus distribuidores.

Relevância da pesquisa

Mesmo com as limitações existentes, acredita-se que o presente trabalho colabora tanto com a pesquisa acadêmica quanto com a atividade empresarial. Na área acadêmica, a sua relevância reside no fato de desenvolver uma metodologia e

aplicá-la a uma cadeia produtiva relativa a um assunto ainda pouco explorado pela academia. Na área empresarial, a pesquisa se mostra relevante, pois agrupa informações operacionais, mercadológicas e financeiras que podem auxiliar o empresário na decisão de investir na cadeia produtiva do biodiesel.

Estrutura da Dissertação

Esta dissertação de mestrado conta com 9 (nove) capítulos, sendo este o capítulo introdutório. O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico sobre a questão do biodiesel. Em seguida, o Capítulo 3 descreve a metodologia de pesquisa adotada. O sistema de simulação para a realização do estudo de viabilidade econômica é descrito no Capítulo 4, enquanto que o Capítulo 5 apresenta a cadeia produtiva das oleaginosas na Bahia. O Capítulo 6 descreve os dados utilizados na simulação. A seguir, o Capítulo 7 apresenta a análise da logística das cadeias produtivas das oleaginosas pesquisadas. Os resultados e análises são incluídos no Capítulo 8. Por fim, as principais conclusões e as considerações finais são descritas no Capítulo 9.

2

A Questão do Biodiesel

Este capítulo apresenta a cadeia produtiva do biodiesel, englobando aspectos de produção e mercadológicos deste biocombustível.

2.1. Cadeia Produtiva do Biodiesel

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). O presente trabalho se concentra apenas na produção do biodiesel a partir de óleos vegetais. A Figura 2 mostra os principais elos desta cadeia, quais são: a produção do grão, a extração do óleo, a produção do biodiesel a partir do grão, a distribuição e a revenda ao consumidor.

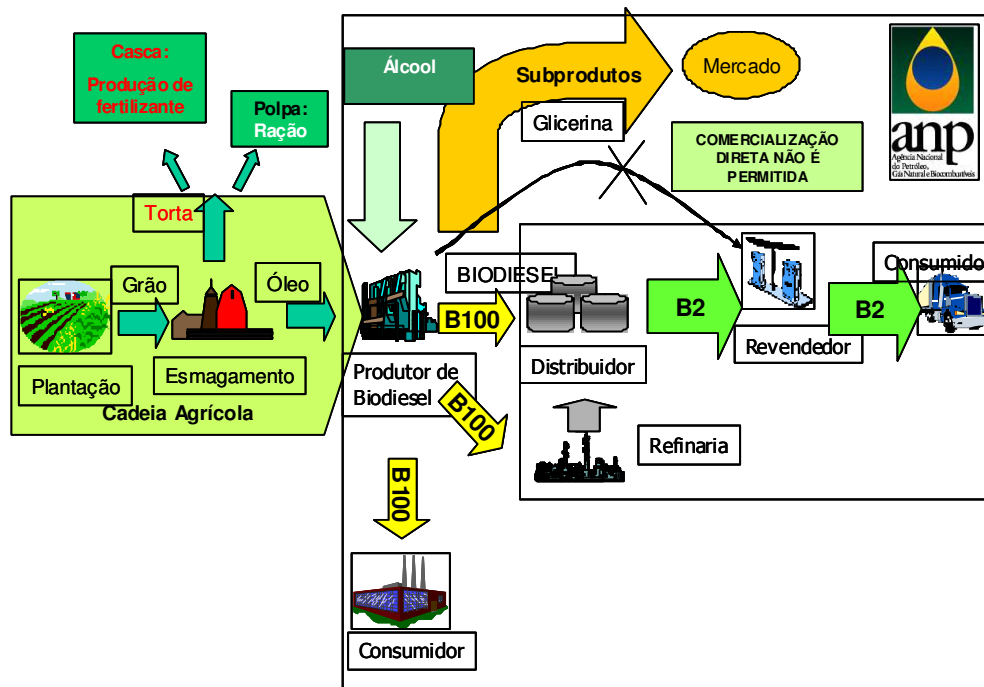


Figura 2: Cadeia de produção do biodiesel. Fonte: Souza (2005)

O biodiesel pode ser produzido a partir de qualquer óleo vegetal bruto, ou seja, sem grandes refinações. De uma maneira geral, faz-se a extração do óleo, seguida de procedimentos de separação por centrifugação e filtragem, resultando nos óleos vegetais brutos. Portanto, uma planta industrial de extração de óleo vegetal com os necessários controles de qualidade para purificação inicial do produto é suficiente para a produção do óleo (Jordão Filho, 2004).

A extração do óleo vegetal pode ser feita por processo físico (prensagem) ou químico (por solvente). A extração por solvente produz resultados melhores, no entanto a maneira mais tradicional de extração é a física, que utiliza prensas mecânicas e hidráulicas para esmagar os grãos (Jordão Filho, 2004).

Pode-se ainda optar por uma extração mista (mecânica/ solvente). A seleção do tipo de extração depende de dois fatores determinantes: a capacidade produtiva e o teor de óleo. A Tabela 1 mostra os cenários e os tipos de usinas de extração recomendáveis.

Tabela 1: Tipos de usinas recomendadas para extração de óleo. Fonte: Parente (2003)

Tipo de Usinas	Situações Recomendadas	Matérias-Primas Típicas
Usinas de extração mecânica	- Pequenas e médias capacidades, normalmente abaixo de 200 ton de grãos/ dia. - Oleaginosas de alto teor de óleo, acima de 35%.	Mamona Amendoim Babaçu
Usinas de extração por solvente	-Grandes capacidades, normalmente acima de 300 ton/ dia de matéria-prima. - Oleaginosas com baixo teor de óleo, abaixo de 25%.	Soja
Usinas mistas	- Médias e grandes capacidades, acima de 200 ton/dia. - Oleaginosas de médio e grande teor de óleo, acima de 25%.	Algodão Mamona Amendoim Babaçu Girassol

Em 1898, Rudolph Diesel apresentou pela primeira vez o seu motor de ignição por compressão usando óleo de amendoim, que seria o biodiesel original. Diesel acreditava que o combustível feito de biomassa seria a alternativa viável para os motores que utilizavam vapor. No entanto, o uso direto de óleos vegetais como combustível foi rapidamente superado por fatores tanto econômicos quanto técnicos. Dessa forma, os motores diesel foram projetados e são fabricados de acordo com rígidas especificações para uso do óleo diesel de petróleo. Esses motores são sensíveis às gomas que se formam durante a combustão do óleo vegetal e que se depositam nas paredes do motor. Para superar este problema, processos de esterificação são utilizados para que se produza ésteres de óleo

vegetal⁴, que têm propriedades físicas similares ao diesel de petróleo, mas que apresentam maior lubrificidade (Holanda, 2004).

O processo mais comum de produção de biodiesel é a transesterificação. As etapas deste processo de produção são apresentadas no fluxograma da Figura 3.

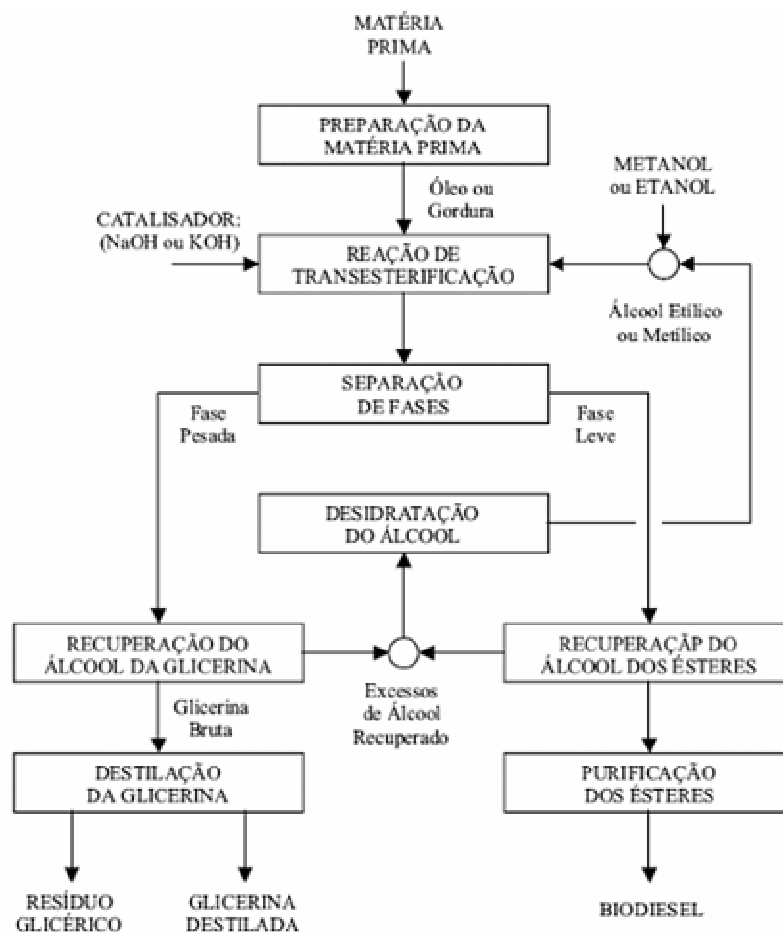


Figura 3: Fluxograma do processo de produção do biodiesel. Fonte: Parente (2003)

A seguir serão descritas com maiores detalhes as etapas operacionais apresentadas Figura 3:

- **Preparação da matéria-prima:** é necessário que a matéria-prima tenha o mínimo de umidade e de acidez, o que é possível submetendo-a a um processo de neutralização, através de uma lavagem com uma solução alcalina de

⁴ Um éster é o produto da reação de um ácido com um álcool. Os ésteres mais comuns que se encontram na natureza são as gorduras e os óleos vegetais, os quais são ésteres de glicerol e de ácidos graxos. Os ésteres resultam frequentemente da condensação de um ácido carboxílico e de um álcool. Ao processo dá-se o nome de esterificação (Wikipédia, 2006).

hidróxido de sódio ou de potássio, seguida de uma operação de secagem ou desumidificação. As especificidades do tratamento dependem da natureza e condições da matéria graxa empregada como matéria-prima (Parente, 2003).

Independentemente da origem do óleo vegetal bruto utilizado, o processo básico de obtenção do biodiesel é razoavelmente semelhante, variando apenas as dosagens e os diagramas de massa. Ou seja, pelo fato dos ácidos componentes dos óleos vegetais se apresentarem em diferentes percentuais em cada um deles, as proporções de cada um e a necessidade de aditivos para remover os resíduos variará em cada caso para resultar em um produto final que atenda às especificações (Jordão Filho, 2004).

- **Reação de transesterificação:** Consiste na reação química de um óleo vegetal com um álcool na presença de um catalisador. Como resultado, obtém-se o éster metílico ou etílico, conforme o álcool utilizado, e a glicerina. Assim, a transesterificação nada mais é do que a separação da glicerina do óleo vegetal. Durante o processo, a glicerina – que compõe cerca 20% da molécula de óleo vegetal – é removida, deixando o óleo mais fino e reduzindo sua viscosidade, e substituída pelo álcool proveniente do etanol ou metanol (Meirelles, 2003).

Como a reação é reversível, faz-se necessário um excesso de álcool para forçar o equilíbrio para o lado do produto desejado. Um catalisador é normalmente usado para acelerar a reação, podendo ser ácido, básico ou enzimático⁵ (Holanda, 2004). O hidróxido de sódio (NaOH) e o hidróxido de potássio (KOH) são os catalisadores mais usados (Parente, 2003).

De acordo com Parente (2003), sob o ponto de vista técnico e econômico, a rota metílica é muito mais vantajosa que a rota etílica. O quadro comparativo apresentado na Tabela 2 evidencia as vantagens do uso do metanol em relação ao etanol.

Tabela 2: Comparação das rotas metílica e etílica. Fonte: Parente (2003)

Quantidades e Condições Usuais Médias Aproximadas	Rotas de Processo	
	Metílica	Etílica
Quantidade consumida de álcool por 1.000 litros de biodiesel	90 kg	130 kg
Preço médio do álcool (US\$/ ton)	190	360
Temperatura recomendada de reação	60°C	85°C
Tempo de reação	45 minutos	90 minutos

⁵ As reações com catalisadores básicos são mais rápidas do que com catalisadores ácidos (Holanda, 2003).

Como o Brasil é atualmente o maior produtor mundial de álcool etílico, a oferta desse álcool de forma disseminada em todo o território nacional pode ser considerada uma vantagem da rota etílica. Assim, os custos diferenciais de fretes, para o abastecimento de etanol em relação aos do metanol, em certas situações, podem influenciar a decisão da rota a ser considerada no processo.

- **Separação de fases:** Após a reação de transesterificação que converte a matéria graxa em ésteres, a massa reacional final é constituída de duas fases, separáveis por decantação e/ou por centrifugação. A fase mais pesada é composta de glicerina bruta, impregnada dos excessos utilizados de álcool, de água e de impurezas inerentes à matéria-prima. A fase menos densa é constituída de uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos, conforme a natureza do álcool originalmente adotado, também impregnado de excessos reacionais de álcool e de impurezas (Parente, 2003).
- **Recuperação do álcool da glicerina:** A fase pesada, contendo água e álcool, é submetida a um processo de evaporação, eliminando-se da glicerina bruta esses constituintes voláteis, cujos vapores são liquefeitos num condensador apropriado (Parente, 2003).
- **Recuperação do álcool dos ésteres:** Da mesma forma, mas separadamente, o álcool residual é recuperado da fase mais leve, liberando para as etapas seguintes, os ésteres metílicos ou etílicos (Parente, 2003).
- **Desidratação do álcool:** Os excessos residuais de álcool, após os processos de recuperação, contêm quantidades significativas de água, necessitando de uma separação. A desidratação do álcool é feita normalmente por destilação (Parente, 2003).
- **Purificação dos ésteres:** Os ésteres deverão posteriormente ser lavados por centrifugação e desumidificados, resultando finalmente no biodiesel, o qual deverá ter suas características enquadradas nas especificações das normas técnicas estabelecidas para o biodiesel como combustível para uso em motores do ciclo diesel (Parente, 2003).
- **Destilação da glicerina:** A glicerina bruta, emergente do processo, mesmo com suas impurezas convencionais, já constitui o co-produto vendável. No entanto, o mercado é muito mais favorável à comercialização da glicerina

purificada, quando o seu valor é realçado. A purificação da glicerina bruta é feita por destilação a vácuo, resultando um produto límpido e transparente, denominado comercialmente de glicerina destilada (Parente, 2003). Geralmente as instalações de recuperação de ácidos graxos e glicerina custam muito mais caro que a própria instalação de transesterificação.

Na sua forma refinada a glicerina é não tóxica, biodegradável, viscosa, inodora e incolor. A maior parte da glicerina produzida é originada de co-produtos de processamento de *commodities*, resultando, dentre outros processos, da transesterificação de triglicerídios para fabricação do biodiesel (COPPE, 2004).

A grande maioria dos envolvidos no universo do biodiesel: cientistas, tecnólogos ou administradores, está preocupada com o mercado da glicerina. Apesar de suas inúmeras aplicações, existe uma enorme diferença entre os valores das demandas das aplicações e os valores praticados no mercado (COPPE, 2004).

Na consciência de que, para cada metro cúbico de biodiesel produzido, produz-se, aproximadamente, 100 kg de glicerina, os especialistas acreditam que o mercado químico não terá condições de absorver tamanha oferta. Assim, a implementação da produção do biodiesel deverá baixar progressivamente o preço da glicerina. Em contrapartida, à medida que o preço diminui, novas aplicações vão sendo viabilizadas, como usos agrícolas e transformação em metanol, através da reforma com vapor, realimentando o processo de produção de biodiesel. Atualmente, as maiores aplicações da glicerina são dirigidas aos segmentos farmacêuticos, de higiene pessoal e processamento de alimentos, mas são reconhecidas mais de 1.500 aplicações para esta. A entrada em novos segmentos manteria os preços em um patamar fixo e conveniente (COPPE, 2004).

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 (Jordão Filho, 2004).

Segundo dados 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 ANP. Além disso, 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.

2.2. Produção e Mercado

De acordo com BiodieselBR (2006), o processo de industrialização do biodiesel foi iniciado na Europa no início dos anos 90. Mesmo a primeira patente de biodiesel tendo sido desenvolvida no Brasil, o principal mercado produtor e consumidor de biodiesel em grande escala é a Europa.

A União Européia produz anualmente mais de 1,35 milhões de toneladas de biodiesel, em cerca de 40 unidades de produção. Isso corresponde a 90% da produção mundial de biodiesel. O governo garante incentivo fiscal aos produtores, além de promover leis específicas para o produto, visando à melhoria das condições ambientais através da utilização de fontes de energia mais limpas. A tributação dos combustíveis de petróleo na Europa, inclusive do óleo diesel mineral, é extremamente alta, garantindo a competitividade do biodiesel no mercado (BiodieselBr, 2006).

A Tabela 3 apresenta a evolução histórica e estimada da produção de biodiesel por país em milhões de toneladas.

Tabela 3: Estimativa de produção de biodiesel por país. Fonte: Steenblik (2006)

País	Produção (em milhões de toneladas)						
	2002	2003	2004	2005 ⁽¹⁾	2006 ⁽²⁾	2007 ⁽²⁾	2008 ⁽²⁾
Áustria	25	32	57	N.D	N.D	N.D	N.D
República Tcheca	N.D	N.D	60	N.D	N.D	N.D	N.D
Dinamarca	10	41	70	N.D	N.D	N.D	N.D
França	366	357	348	N.D	N.D	N.D	N.D
Alemanha	450	715	1.035	N.D	N.D	N.D	N.D
Itália	210	273	320	N.D	N.D	N.D	N.D
Eslováquia	N.D	N.D	15	N.D	N.D	N.D	N.D
Espanha	0	6	13	N.D	N.D	N.D	N.D
Suécia	1	1	1	N.D	N.D	N.D	N.D
Inglaterra	3	9	9	N.D	N.D	N.D	N.D
Europa total	1.073	1.544	1.935	2.200	3.000	4.000	5.200
Canadá	1	3	3	43	76	83	100
México	---	---	---	---	---	---	---
Estados Unidos	50	67	83	250	336	499	741
Brasil	Neg.	Neg.	6	176	238	300	700
China	Neg.	20	45	64	150	337	450
Índia	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	8	50	300
Malásia	---	---	---	---	135	135	180
Filipinas	---	---	29	29	58	58	100
Tailândia	Neg.	Neg.	Neg.	79	100	100	150
Austrália	27	27	29	36	187	268	350
Japão	2	2	3	3	3	7	10
Outros	---	---	---	---	---	---	---
Total mundial	1.153	1.663	2.133	2.880	4.250	5.800	8.000

Notas: (1) Produção estimada; (2) Produção projetada. N.D = Não definido

Conforme visto na Tabela 3, a Alemanha é o maior país produtor e consumidor mundial de biodiesel, sendo responsável por cerca de 42% da produção mundial. Sua produção é feita a partir da colza, produto utilizado principalmente para nitrogenização do solo. A extração do óleo gera farelo protéico destinado à ração animal. O biodiesel é distribuído de forma pura, isento de mistura ou aditivos, para a rede de abastecimento de combustíveis compostas por cerca de 1.700 postos (BiodieselBr, 2006). A Figura 4 apresenta o histórico das vendas em toneladas de biodiesel na Alemanha.

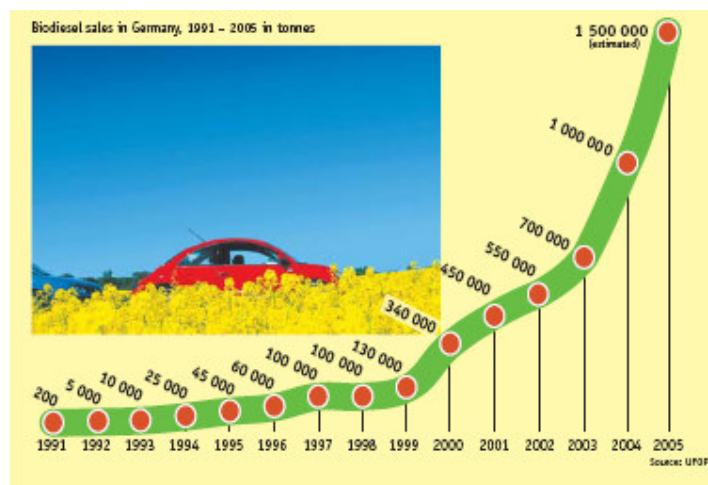


Figura 4: Vendas de biodiesel na Alemanha. Fonte: Bockey e von Schenck (2006)

Ainda com base na Tabela 3, pode-se verificar que os países europeus lideram a produção mundial, porém, há uma previsão de crescimento acelerado da produção de biodiesel no Brasil, Austrália, Índia, Malásia e Estados Unidos nos próximos anos.

Até o momento já foram realizados quatro leilões de biodiesel no Brasil com o objetivo de garantir aos produtores de biodiesel e aos agricultores, especialmente os que praticam agricultura familiar, um mercado para a venda da produção. De acordo com BiodieselBr (2006), no primeiro leilão público de biodiesel foram vendidos cerca de 70 milhões de litros, enquanto que no segundo leilão, a disponibilidade de compra foi de 170 milhões. No terceiro e no quarto leilões foram vendidos 50 e 550 milhões de litros, respectivamente. Estes volumes podem ser entregues até um ano após a data do leilão.

Ao todo, os quatro leilões venderam 840 milhões de litros de biodiesel, 40 milhões a mais do que o cálculo inicial da oferta necessária para a demanda anual de B2. Porém, é importante salientar que embora a Petrobras e a Refinaria Alberto

Pasqualini (REFAP) tenham comprado 840 milhões de litros, a capacidade instalada hoje para produção de biodiesel, somando as capacidades de produção anual de todas as oito (12) empresas autorizadas pela ANP, não passa de 300 milhões de litros anuais, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Capacidade de plantas de biodiesel no Brasil. Fonte: ANP (2006)

Empresa	Local	Capacidade Autorizada (mil litros/dia)	Capacidade Anual Estimada* (milhões de litros/ano)
Soyminas	Cássia/MG	40	12
Agropalma	Belém/PA	80	24
Brasil Biodiesel	Teresina/PI	2	0,6
Biolix	Rolândia/PR	30	9
Brasil Biodiesel	Floriano/PI	135	40,5
NUTEC	Fortaleza/CE	2,4	0,72
Fertibom	Catanduva/SP	40	12
Renobras	Dom Aquino/MT	20	6
Granol	Campinas/SP	133	39,9
Granol	Anápolis/GO	200	60
Biocapital	Charqueada/SP	186	55,8
IBR	Simões Filho/BA	65	19,5

*300 dias de operação

Para participar dos leilões, o produtor de biodiesel precisa ter o Selo Combustível Social (autorização da ANP para produzir o combustível) e estar regularizado junto à Receita Federal. Para obter o Selo, o produtor tem que seguir a tabela que estabelece o mínimo de matéria-prima que deve ser adquirido de pequenos agricultores em cada uma das cinco regiões do país. No Nordeste, a compra de matéria-prima da agricultura familiar tem de ser, pelo menos, de 50% do volume total. No sudeste e Sul, o mínimo é de 30% e, no Norte e Centro-Oeste, 10% (*Globo Online*, 2005).

No primeiro leilão, os 70 milhões de litros de biodiesel negociados foram vendidos pelos produtores Agropalma – do Pará (5 milhões de litros); Soyminas – de Minas Gerais (8,7 milhões de litros); Granol – de Goiás (18,3 milhões de litros); Brasil Biodiesel – do Piauí (38 milhões de litros); e adquiridos pela Petrobrás, com 93,3% do total, e pela REFAP, que tem como sócias a Petrobrás e a Repsol), com 6,7% do total (*Globo Online*, 2005). Neste leilão, o preço FOB⁶ máximo de referência estabelecido pela ANP e pelo Ministério de Minas e Energia (MME) foi de R\$1,92 por litro. A menor oferta vencedora foi da Agropalma, com R\$1,80 por litro. Este preço inclui os tributos federais incidentes

⁶ FOB - Free on Board – É um Termo Internacional de Comércio (INCOTERM). Não inclui o custo de transporte da mercadoria. O transporte é pago pelo comprador (Wikipédia, 2006).

sobre o biodiesel (Pis/Pasep e Cofins), mas sem ICMS, que varia conforme a unidade da federação (Agência Brasil e Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) *apud* BiodieselEcooleo, 2005).

As empresas vencedoras do segundo leilão que venderam integralmente seus lotes foram a Biocapital (60 milhões de litros), a Ponte Di Ferro (50 milhões de litros) e Binatural (1,32 milhões de litros). As que venderam parcialmente seus lotes foram a Granol (36 milhões de litros), Brasil Biodiesel (21,78 milhões de litros) e Renobras (0,9 milhões de litros). A Daffer Química Ltda., a Fertibom Indústrias Ltda. e a Biolix Indústria e Comércio de Combustíveis Vegetais, também participaram do leilão, mas não arremataram lotes. Como já havia acontecido no primeiro leilão, a Petrobras ficou com 93% do total ofertado, e a REFAP ficou com os outros 7%. O preço FOB máximo de referência foi de R\$1,90 por litro. A menor oferta vencedora foi da Ponte Di Ferro, com R\$1,79 por litro (BiodieselBr, 2006).

Para o terceiro e o quarto leilões, o preço de abertura de pregão foi definido em R\$1,90 por litro. No terceiro leilão o preço médio do biodiesel foi de R\$1,75 por litro, deságio de 7,93 % sobre o preço inicial.

O quarto leilão foi direcionado a usinas em construção e a projetos em desenvolvimento também enquadrados no Selo. Neste leilão houve um deságio de 8,29 % sobre o preço inicial de R\$1,90, saindo ao preço de R\$1,74 o litro (BiodieselBr, 2006).

Participaram do terceiro leilão seis unidades produtoras de biodiesel com uma oferta total de 95,4 milhões de litros – 91% superior à meta de aquisição de 50 milhões de litros. No quarto leilão, houve a oferta de 1,054 bilhões de litros por 27 empresas e 550 milhões de litros foram arrematados.

A Brasil Ecodiesel foi o grande destaque do terceiro e do quarto leilões de biodiesel. A empresa vendeu 428 milhões de litros, 70% dos 600 milhões de litros comprados pela Petrobrás e pela REFAP. Além da Brasil Ecodiesel, destacam-se a BSbio (RS), que vendeu 70 milhões de litros e a Caramuru Alimentos (GO), que vendeu 30 milhões de litros. Empresas que ainda não haviam participado dos dois leilões anteriores, como a mato-grossense Barrálcool e a gaúcha Óleoplan venderam 16,6 milhões de litros e 10 milhões de litros, respectivamente. A participação de novas empresas foi possível porque a ANP permitiu que as

companhias que ainda não tinham autorização da agência para produzir biodiesel fizessem lances no quarto leilão.

Segundo a ANP, projeções do Ministério do Desenvolvimento Agrário indicam que os 840 milhões de litros de biodiesel ofertados nos quatro leilões vão beneficiar cerca de 208 mil agricultores familiares envolvidos na produção de oleaginosas (BiodieselBr, 2006). Dessa forma, o Brasil está fazendo uma opção estratégica ao eleger o novo combustível como um projeto de inclusão social e desenvolvimento econômico.

Nesse sentido o governo vem praticando uma política de incentivos fiscais para auxiliar o desenvolvimento da cadeia produtiva do biodiesel. As principais medidas regulamentadoras, de acordo com Dorneles (2005) são:

- **Medida Provisória 227/04:** Regulamenta o modelo tributário federal e cria o conceito de Combustível Social. Estabelece a desoneração total e parcial da tributação (em função do tipo de produtor, região e oleaginosa) e cria e conceito de Combustível Social, produzido mediante vínculo do produtor do biodiesel com a agricultura familiar. Foi aprovada na Câmara dos Deputados em 08/03/2005.
- **Decreto 5297/04:** estabelece coeficientes de redução de PIS/COFINS sobre biodiesel e cria o Selo Combustível Social.
- **Decreto 5298/04:** define IPI com alíquota zero para biodiesel.

O Modelo Tributário do biodiesel (MP 227/04 e Decreto 5297/04) institui alíquotas diferenciadas da seguinte maneira:

1. Oleaginosas produzidas pela Agricultura Familiar: Desoneração total e parcial de PIS/ COFINS – em função da região produtora e oleaginosa: Norte, Nordeste e Semi-árido com mamona ou palma.
2. Oleaginosas produzidas pela Agricultura Intensiva: Desoneração parcial de PIS/ COFINS – em função da região Produtora e oleaginosa: Norte, Nordeste e Semi-árido com mamona ou palma.

Os tributos da cadeia do biodiesel são apresentados na Tabela 5. O ICMS não está incluso, pois é um imposto Estadual e, portanto, varia conforme a unidade da federação.

Tabela 5: Tributos incidentes na produção de biodiesel. Fonte: Dorneles (2005)

	Biodiesel (R\$/litro)			Regra Geral	Diesel de Petróleo
	Agricultura Familiar no Norte, Nordeste e Semi-árido com mamona ou palma	Agricultura Familiar Geral	Agricultura Intensiva no Norte, Nordeste e Semi-árido com mamona ou palma		
IPI	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero	Alíquota Zero
CIDE	Inexistente	Inexistente	Inexistente	Inexistente	R\$0,070
PIS/PASEP e COFINS	Redução de 100% em relação à regra geral (R\$0,00)	Redução de 69% em relação à regra geral (R\$0,07)	Redução de 32% em relação à regra geral (R\$0,151)	R\$0,222	R\$0,148
Total	R\$0,00	R\$0,070	R\$0,151	R\$0,222	R\$0,218

Segundo dados do Sindicato das distribuidoras de combustíveis – Sindicom *apud* Dedini (2006a), a alíquota de ICMS para o biodiesel é de 18% no Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, e 17% nos demais estados brasileiros. Ainda de acordo com esta fonte, a alíquota de ICMS para o diesel de petróleo é de 13% no Rio de Janeiro, 15% na Bahia, 12% na região Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Tocantins, e 17% nos demais estados. Isto mostra que o imposto estadual onera bastante o preço do biodiesel, visto que a alíquota para o biodiesel é maior ou igual à do diesel de petróleo em todos os estados da federação.

Os dados apresentados na Tabela 5 e a alíquota de ICMS para a comercialização do biodiesel na Bahia apresentada pela Dedini (2006a), foram utilizados no sistema de simulação como base para o cálculo dos impostos incidentes sobre a cadeia produtiva do biocombustível.

Além destes impostos, também foi considerada a incidência do imposto de renda pago pela empresa produtora de biodiesel. De acordo com a Receita Federal (2006), a alíquota deste imposto para pessoas jurídicas, em vigor desde o ano 1996, é de 15% sobre o lucro.

3

Metodologia de Pesquisa

O presente capítulo descreve a metodologia científica adotada neste trabalho, de forma a sistematizar a revisão bibliográfica para analisar a cadeia produtiva do biodiesel, elaborar e aplicar o modelo de simulação para o estudo de viabilidade econômica da cadeia produtiva no Estado da Bahia.

3.1

Classificação da Pesquisa

A metodologia adotada é inspirada na abordagem definida em Menon *et al.* (1999) como *Discovery Oriented Approach*, que se baseia em três dimensões, conforme explicado a seguir:

- Perspectiva baseada em uma visão acadêmica, onde se busca identificar e analisar os conceitos teóricos ligados ao tema;
- Perspectiva baseada em uma visão industrial, onde se busca identificar e analisar os conceitos práticos ligados ao tema, através de dados primários obtidos por entrevistas com especialistas e executivos ligados à área do tema em questão, ou por observação direta dessas práticas na indústria;
- Uma perspectiva baseada no conhecimento gerado a partir da associação e análise das duas perspectivas anteriormente citadas.

Assim, pode-se classificar a linha epistemológica da pesquisa como neo-positivista, pois a metodologia adotada considera a obtenção de dados primários e secundários. A pesquisa é exploratória e se baseia em um estudo de caso múltiplo incorporado. De acordo com Yin (2005), “um estudo de caso é uma forma empírica de investigar fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto real, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes”. Ainda segundo Yin (2005), o estudo de caso aqui considerado é múltiplo, pois há quatro unidades de pesquisa – as oleaginosas (dendê, mamona, soja e algodão); e é incorporado, pois há mais de uma unidade

de análise dentro do mesmo caso – os elos da cadeia produtiva de cada oleaginosa no Estado da Bahia.

Para realizar o estudo de caso, foi feita uma triangulação de métodos que incluem investigação documental e levantamentos de percepções por meio de questionários, entrevistas para a coleta de dados e visitas *in loco* com observação direta. A Figura 5 esquematiza a triangulação de métodos adotada.

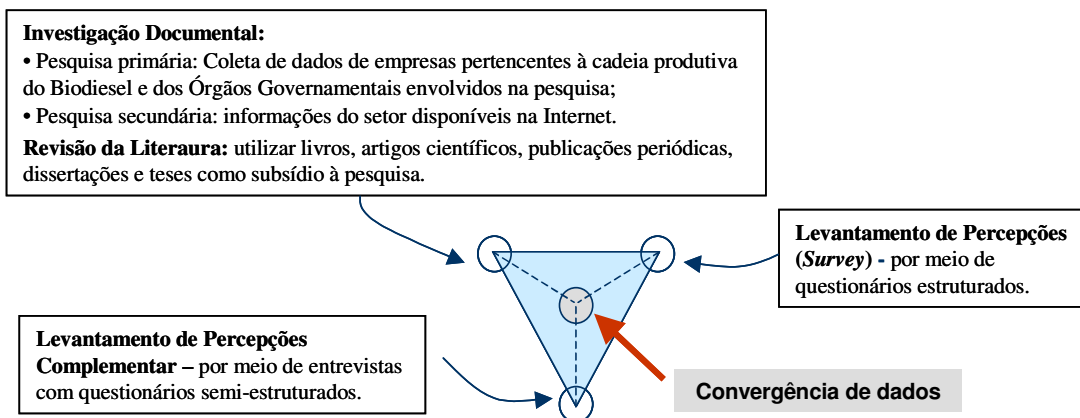


Figura 5: Triangulação de Métodos. Fonte: Yin (2005)

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.

A metodologia de pesquisa pode ser representada pela Figura 6.

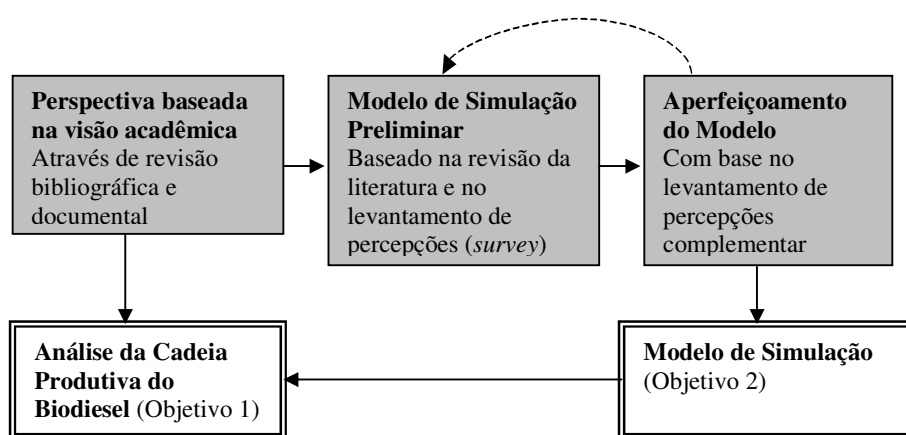


Figura 6: Framework da metodologia de pesquisa. Baseado em Menon *et al.* (1999)

3.2 Etapas da Pesquisa

A realização do estudo contou com quatro fases, quais são: (1) definição e projeto (1); preparação e coleta de dados (2); análise inicial (3); análise final e conclusões (4). As etapas constituintes de cada fase são apresentadas na Figura 7.

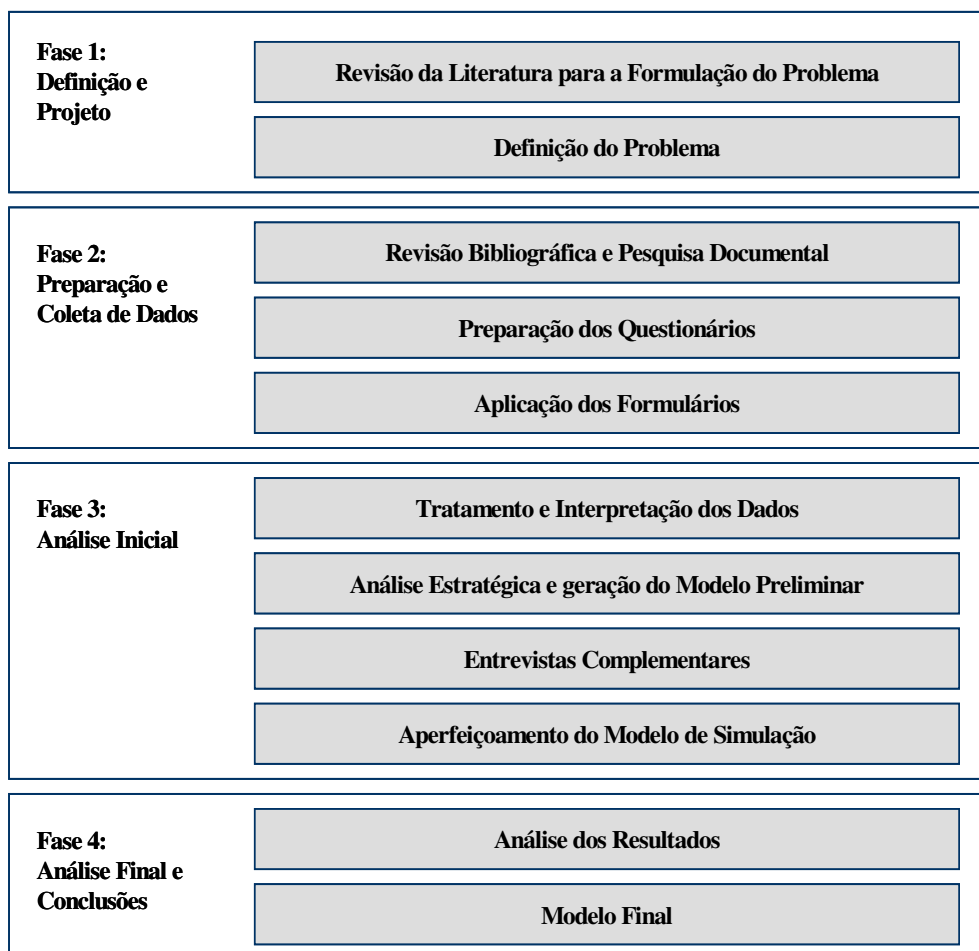


Figura 7: Etapas da pesquisa

3.3 Amostra

Para a coleta de dados, foram aplicados questionários a empresários e pesquisadores da área por meio de amostragem não probabilística. Os entrevistados foram escolhidos com base em sua atuação na cadeia produtiva. Assim, foram entrevistados representantes de, pelo menos, duas das empresas consideradas como as mais significativas nas regiões que concentram a produção de cada oleaginosa analisada na Bahia.

A inserção dos respondentes da pesquisa se deu por meio de 39 entrevistas. Os entrevistados pertencem aos seguintes elos da cadeia: 9 da produção agrícola, 12 da extração do óleo, 11 da produção do biodiesel e 7 da logística e comercialização. A lista de entrevistados encontra-se no Apêndice I. O questionário utilizado nas entrevistas encontra-se no Apêndice II.

4 Modelo de Simulação

O modelo de simulação 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. Os investidores e demais interessados na produção de biodiesel podem usar 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 $TIR > \text{custo de oportunidade do capital}$.

- **Retorno sobre o Investimento:** igual ao VPL Lucros/ VPL dos Investimentos (Superintendência da Zona Franca de Manaus – Suframa; Fundação Getúlio Vargas – FGV, 2003).
- **Lucro Líquido Médio:** igual à média das estimativas de lucro ao longo do horizonte de planejamento (Suframa/FGV, 2003).
- **Margem de Lucro:** igual ao lucro líquido médio/ receita total média (Suframa/FGV, 2003).

Os resultados financeiros são determinados a partir de fluxos de caixa, que dependerão de uma combinação de:

- Receitas obtidas com os co-produtos;
- Custos de capital e sua remuneração;
- Custos das matérias-primas;
- Custos operacionais industriais; e
- Custos logísticos.

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).

Os fluxos de caixa do produtor de óleo e de biodiesel consideram um horizonte de planejamento de 16 anos, sendo os investimentos realizados no Ano 0 e os custos operacionais nos 15 anos subseqüentes, quando a fábrica estará em operação. Este horizonte de planejamento foi determinado pela vida útil média dos equipamentos de extração e produção de biodiesel (15 anos). Os re-investimentos foram considerados embutidos e equivalentes às depreciações.

Como as oleaginosas consideradas neste estudo, exceto o dendê, são de cultura temporária, o horizonte de planejamento adotado na simulação do elo agrícola foi de 16 anos, para manter uma coerência com o horizonte adotado para os demais elos da cadeia. Considera-se que os investimentos são realizados no Ano 0 e os custos relativos ao plantio e à colheita nos 15 anos subseqüentes.

No caso do dendê, o fluxo de caixa do produtor considera um horizonte de planejamento de 27 anos. A distribuição de custos foi determinada de acordo com as entrevistas realizadas e com estudos da Suframa/FGV (2003) e da Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2005). Os custos são 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 tratos culturais;
- Anos 1, 2 e 3: Fase de crescimento do dendezeiro, ainda sem produção. Há custos com tratos culturais;
- Anos 4 ao 25: Fase de produção do dendezeiro. Há custos relacionados aos tratos culturais e à colheita.

Para cada elo da cadeia há três cenários possíveis: pessimista, provável e otimista, representados por diferentes fluxos de caixa.

Os cenários agrícolas foram escolhidos com base na produtividade de cada oleaginosa. Assim, a produtividade no cenário otimista é maior que no cenário provável, que por sua vez é maior que no pessimista. Da mesma forma, o teor de óleo foi o critério determinante dos cenários de extração e o custo total por litro o dos cenários de biodiesel.

Pode-se combinar os diferentes cenários para os elos da cadeia e simular o custo do biodiesel na fábrica e na base distribuidora no *break 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.

O programa calcula o custo do insumo no *break even* e o utiliza no cálculo dos custos no elo seguinte da cadeia, até chegar ao custo do biodiesel. O processo é realizado através de sucessivas iterações, que fazem com que o VPL do lucro acumulado em cada elo tenda a zero.

Se o empreendimento for verticalizado apenas para a produção de **óleo vegetal e biodiesel**, o simulador utiliza o preço de mercado do insumo agrícola (que é um parâmetro de entrada do sistema) como ponto de partida para chegar ao custo óleo e do biodiesel. Se o projeto for só de produção de **biodiesel**, o ponto de partida da simulação é o preço de compra do óleo (que também é um parâmetro de entrada do sistema).

Além do nível de verticalização, do cenário e dos preços de mercado do insumo agrícola e do óleo vegetal, o modelo considera os seguintes dados de entrada para a simulação:

- Oleaginosa e origem desta – agricultura familiar ou intensiva –, o que determina se haverá algum tipo de redução de impostos, de acordo com as alíquotas apresentadas na Tabela 5;
- Alíquotas para impostos (IPI, CIDE, PIS/PASEP, COFINS, ICMS e IR);
- Capacidade da planta de biodiesel;
- Coeficientes técnicos do processo produtivo;
- Graus de ociosidade das fábricas de óleo e biodiesel;
- Rota de produção (metílica ou etílica);
- Preço dos co-produtos;
- Retorno sobre investimento;
- Custo de capital;
- Custos logísticos e
- Margens de comercialização.

As telas de interface do sistema de simulação são apresentadas no Apêndice III.

5

Cadeia Produtiva de Oleaginosas na Bahia

Este capítulo descreve as cadeias produtivas das oleaginosas estudadas (dendê, soja, mamona e algodão). São apresentadas as principais características de cada uma das oleaginosas, além de um breve panorama do mercado mundial, brasileiro e baiano de cada uma.

5.1

Cadeia Produtiva do Dendê

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, retirado da amêndoa ou endosperma. Além desses óleos, obtém-se também a torta de palmiste como co-produto resultante do processo de extração do óleo de palmiste (Suframa/FGV, 2003).

Entre as variedades existentes, a *Dura* é predominante nas áreas de dendezeiros. Essa variedade apresenta grande capacidade de adaptação às condições agroclimáticas regionais, com boa resistência a pragas e doenças, rusticidade no convívio com ervas daninhas e práticas adotadas, além de apresentar a capacidade de produzir com idade acima de 40 anos. O tamanho do coco é maior, o que aumenta o rendimento da extração de óleo de palmiste. Entretanto, esta variedade apresenta baixa produtividade por hectare (entre 4 a 6 ton/ha/ano) e baixo rendimento na produção de óleo (em torno de 16%), se comparado a outras variedades, como a *Tenera* (Sande, 2002).

A variedade *Tenera* (híbrido do cruzamento entre as espécies *Dura* x *Psifera*) é amplamente cultivada em todos os países produtores por possuir características genéticas que permitem produtividade de até 30 ton/ha/ano e rendimentos muito superiores na produção de óleo (em torno de 22%). A variedade tem vida econômica entre 20 e 30 anos e é exigente em nutrição,

controle de ervas daninhas e pragas, bem como práticas culturais como colheita e poda, para responder bem em produtividade (Sande, 2002).

A produção nacional de dendê atual equivale a 0,1% da mundial, hoje estimada em 25 milhões de toneladas. O Pará é o principal estado produtor, com produtividade média de 3,32 toneladas por hectare e possui 69 mil hectares plantados com dendezeiro (Vale Verde, 2005).

Na Bahia, a produção de dendê se concentra na região do Baixo Sul, representada na Figura 8.



Figura 8: Distribuição geográfica do dendê na Bahia. Fonte: Rocha (2005)

A produção, área colhida e rendimento do dendê em cachos na Bahia são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Produção de cachos de dendê na Bahia. Fonte: IBGE/PAM *apud* Rocha (2005)

Ano	Produção (ton)	Área colhida (ha)	Rendimento (kg/ha)
1999	146.716	39.469	3.717
2000	161.430	43.927	3.675
2001	189.117	45.663	4.142
2002	167.581	41.690	4.020
2003	167.111	41.365	4.040
2004	164.135	41.323	3.972

O estado da Bahia possui uma área apta disponível de 750 mil hectares de terras situadas em regiões litorâneas que se estendem desde o Recôncavo até os Tabuleiros do Sul da Bahia. A maior parte da produção de óleo de dendê (10 mil toneladas) é proveniente de dendezeiros subespontâneos de baixa produtividade, localizados nos municípios de Valença, Taperoá, Nilo Peçanha, Ituberá e

Camamu, que somam cerca de 19.650 hectares; a área de dendezeiros cultivada é de 11.500 hectares (indústrias de extração e produtores independentes), o que corresponde a 1,53% da área disponível total. Esses dendezeiros também apresentam baixa produtividade, notadamente por terem ultrapassado o período econômico de produção (25 anos), bem como por apresentarem estado sanitário precário (SEAGRI – BA, 2005).

Segundo a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC (1999) *apud* Sande (2002), o Baixo Sul apresenta 2.991 propriedades agrícolas com média de 10,48 hectares cultivados com o dendê subespontâneo.

A Tabela 7 apresenta o cenário da cultura do dendezeiro no Baixo Sul.

Tabela 7: Cultura do dendê no Baixo Sul. Fonte: CEPLAC *apud* Sande (2002)

Município	Área (ha)	Produção (ton cachos/ano)	Produtividade Média (ton/ha)
Valença	10.172	27.772	2,73
Taperoá	7.926	31.704	4,0
Nilo Peçanha	2.100	7.170	3,41
Cairú	4.356	17.424	4,0
Ituberá	1.719	9.701	5,64
Igrapiúna	2.660	6.080	2,28
Camamu	4.130	9.260	2,24
Maraú	40	196	4,90
Tancredo Neves	80	208	2,60

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, localizadas na região conhecida como Baixo Sul, são responsáveis pela geração de cerca de 3.000 empregos diretos e de parcela considerável da renda regional. São unidades centenárias, só existentes na Bahia, tradicionais fornecedoras de azeite de dendê para as "baianas de acarajé" e pequenos restaurantes espalhados por todo território baiano (Bahia Invest, 2005).

Os rodões, por falta de orientação técnica, pouco evoluíram ao longo dos anos, apresentando baixo rendimento na extração do óleo, com perda de matéria-prima, além de produzirem um óleo de má qualidade e provocarem expressivo impacto ambiental, devido à descarga de efluentes nos manguezais da região (Bahia Invest, 2005).

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 de óleo de dendê entre estas empresas é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8: Empresas produtoras de óleo de dendê na Bahia. Fonte: Sande (2002)

Empresa	Área Cultivada (ha)	Produção (ton de óleo/ano)	Empregos diretos
JAGUARIPE	600	1.200	115
MUTUPIRANGA ⁷		1.800	30
OLDESA	4.000	2.482	280
OPALMA	1.000	1.150	132
TOTAL	5.600	6.632	557

Considera-se que a área cultivada com dendê na Bahia disponível para um programa de biodiesel é igual a 5.600 ha, que é o total plantado pelas empresas produtoras de óleo no Baixo Sul, conforme apresentado na Tabela 8. A área apresentada na Tabela 6 (41.323 ha em 2004) inclui as plantações da espécie *Dura*, cuja produtividade é muito inferior a da *Tenera*. Esta consideração se justifica, pois sob a perspectiva de um programa de produção de biodiesel, a produtividade é um fator determinante no custo de produção do dendê – insumo do processo do biocombustível.

Deve-se considerar ainda 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 em 2005.

O dendê é uma cultura perene com produção contínua ao longo do ano. No Baixo Sul observa-se uma redução significativa da produção entre julho e outubro, período de menor luminosidade em que, devido à baixa produtividade, os preços normalmente se incrementam. Nestes meses, as empresas funcionam ociosas, com apenas 30% da capacidade, devido à falta de matéria-prima. A qualidade da matéria-prima é superior na safra, proporcionando maior rendimento de óleo por peso de cacho (Sande, 2002).

O Apêndice IV descreve as etapas necessárias para a produção de óleo de dendê (matéria-prima para a produção de biodiesel), detalhando os aspectos agrícolas (pré-plantio e plantio) e industriais (extração de óleo).

⁷ Segundo dados primários, a empresa MUTUPIRANGA não tem plantação de dendê. Funciona como um oligopsônio, comprando a matéria-prima dos pequenos produtores de Nazaré (BA).

A questão da acidez do óleo de dendê

Segundo entrevistados, 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.

A acidez do óleo gera custos adicionais que não foram considerados neste estudo. Para a correção da acidez, é necessário ter uma unidade de pré-tratamento do óleo, pois, caso contrário, seria necessário utilizar uma quantidade maior de catalisador no processo. No entanto, de acordo com Jordão Filho (2004), a cada 1% de soda cáustica utilizada como catalisador são originados cerca de 7% de sabões em reação com a matéria graxa, das quais se poderá recuperar cerca de 6% em peso do total inicial de matéria. Assim, de qualquer forma, haveria um custo com a separação da mistura biodiesel – sabão.

Segundo Parente (2003), a experiência prática demonstra que a corrosividade do biodiesel neutro é zero, mas com acidez elevada o biodiesel apresenta-se como corrosivo, existindo uma correlação entre o número de acidez e a corrosividade. No caso do dendê essa questão é problemática, pois, de acordo com dados primários, o grau de acidez do óleo obtido pelas empresas do Baixo Sul varia entre 2,5% e 5,5%, considerando o processamento de 40% de *Dura* e 60% de *Tenera*. Verifica-se, assim, uma incongruência entre os graus de acidez exigidos e os praticados. Este 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.

5.2

Cadeia Produtiva da Soja

A soja é uma planta dicotiledônea, da família *Papilionoideae* - gênero *Glycine max. L Merrill* (Criar e Plantar, 2005a). O grão, o óleo e o farelo obtidos a partir desta oleaginosa são *commodities* hoje utilizadas para a produção de diversos produtos.

A produção de soja teve grande incremento após a II Guerra Mundial. A crescente demanda de proteínas para a alimentação animal e o aumento da procura de óleos vegetais para a alimentação humana, bem como o elevado índice de mecanização da cultura, contribuíram decisivamente para o aumento rápido da

produção de soja (Criar e Plantar, 2005a). De acordo com a USDA (*United States Department of Agriculture*) *apud* Embrapa Soja (2004), hoje os maiores produtores mundiais de soja são os Estados Unidos, o Brasil e a Argentina, conforme apresentado na Figura 9.

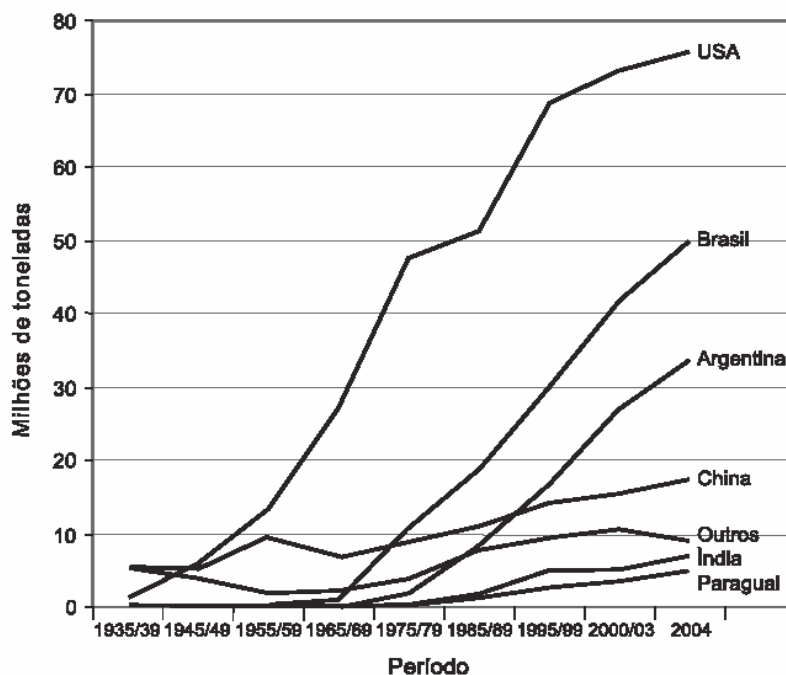


Figura 9: Produção mundial de soja. Fonte: USDA *apud* Embrapa Soja (2004)

A Fundação Getúlio Vargas *apud* Tavares (2004) estimou que a cadeia produtiva da soja participa com cerca de 20% do PIB do agronegócio brasileiro, correspondendo a mais de US\$35 bilhões no ano, demonstrando a importância econômica deste produto agrícola para o País. No Brasil, de acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), apresentam-se como maiores produtores os Estados de Mato Grosso, Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul, conforme representado na Figura 10.

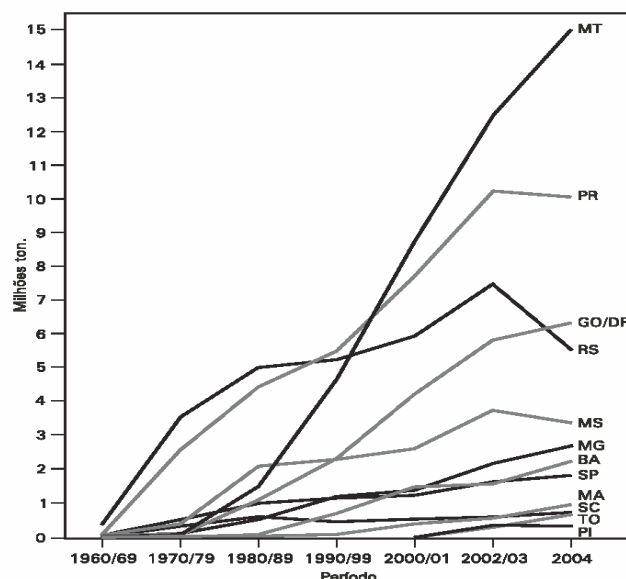


Figura 10: Produção brasileira de soja. Fonte: CONAB *apud* Embrapa Soja (2004)

A Bahia é um importante produtor de soja da Região Nordeste. Desde 2001, a soja ocupa a 2ª posição no ranking dos principais produtos agrícolas produzidos no Estado, segundo dados da SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. O produto é carro chefe da agricultura do Oeste Baiano, que cultiva quase 900 mil hectares de soja, produzindo mais de 2.200.000 toneladas do produto na safra 2003/2004 (Bahia Invest, 2005).

De acordo com dados da Secretaria de Agricultura da Bahia, a produção de soja no Estado da Bahia registrou em 2004 um incremento no crescimento da safra na ordem de 51,85 %, colhendo mais de 2,36 milhões de toneladas, contra 1,56 milhões em 2003 (Peixoto, 2005). A área plantada sofreu uma retração de 3,41%, passando de 850 mil hectares para 821 mil hectares. O rendimento médio teve um ganho de 47,54%, saindo de 1.830 kg/ha para 2.700 kg/ha, o mais alto de todos os tempos (Bahia Invest, 2005).

A produção, área colhida e rendimento da soja na Bahia ao longo dos anos são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Produção de soja na Bahia. Fonte: CONAB *apud* Rocha (2005)

Ano / Safra	Produção (ton)	Área Colhida (mil ha)	Rendimento (kg/ha)
1999/2000	1.524.700	635,3	2.400
2000/2001	1.450.300	690,6	2.100
2001/2002	1.464.000	800,0	1.830
2002/2003	1.556.200	850,4	1.830
2003/2004	2.218.100	821,5	2.700
2004/2005	2.349.000	870,0	2.700

No período compreendido entre 1990 a 2000, a cultura da soja cresceu 584,26 % no Oeste da Bahia, sendo a região responsável por 100 % da produção atual do Estado. Essa evolução representou 73,1 % da produção do Nordeste e 4,6% do país no ano de 2000, conforme dados do IBGE (2002). A concentração da produção de soja na região oeste é representada na Figura 11.

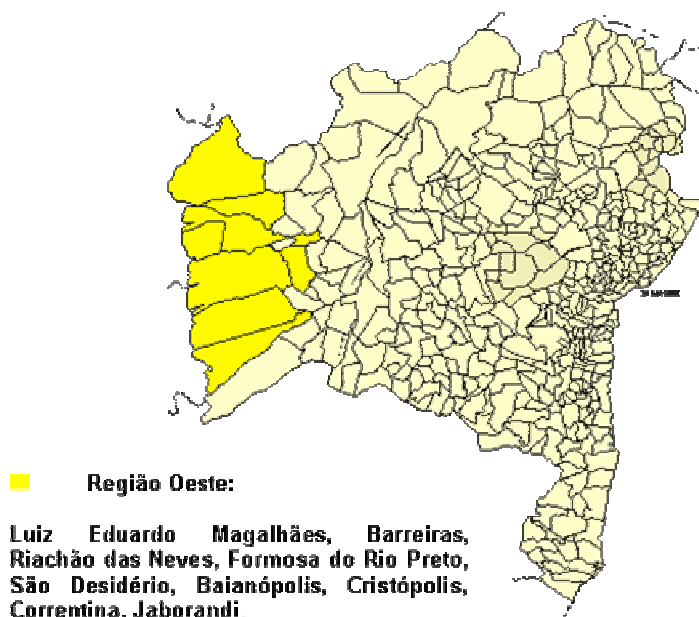


Figura 11: Distribuição geográfica da soja na Bahia. Fonte: Rocha (2005)

Nesse cenário, a cadeia da soja atrai para a região Oeste empresas de porte que movimentam o parque industrial da sojicultura. A força dessa produção provocou reflexos no incremento da população no Oeste, a exemplo de Barreiras onde a população cresceu seis vezes nas últimas três décadas (Peixoto, 2005).

O Paraná detém a liderança em capacidade de processamento instalada com 24% da capacidade, seguido pelo Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Goiás e São Paulo, com respectivamente 16, 15, 13 e 11% da capacidade, conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10: Capacidade instalada de processamento de soja. Fonte: ABIOVE (Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais) *apud* BiodieselBr (2005)

Estado	UF	Capacidade de Processamento (mil ton/dia)			
		2001	2002	2002	2004
Paraná	PR	31.500	28.650	28.950	31.765
Mato Grosso	MT	10.820	14.500	14.500	20.600
Rio Grande do Sul	RS	19.000	20.150	20.100	19.700
Goiás	GO	8.660	9.060	10.320	16.920
São Paulo	SP	14.700	12.950	14.450	14.950
Mato Grosso do Sul	MS	7.330	6.630	6.980	7.295
Minas Gerais	MG	5.750	6.450	6.350	6.400
Bahia	BA	5.200	5.460	5.460	5.344
Santa Catarina	SC	4.130	4.050	4.000	4.034
Piauí	PI	260	260	1.760	2.360
Amazonas	AM	-	2.000	2.000	2.000
Pernambuco	PE	400	400	400	400
Ceará	CE	200	-	-	-
TOTAL		107.950	110.560	115.270	131.768

Com base nos valores apresentados na Tabela 10, a capacidade instalada de processamento de soja na Bahia é da ordem de 1,92 milhões de toneladas por ano. Considerando as paradas para manutenção na entressafra, esta capacidade se concentra na Bunge Alimentos S/A, com um esmagamento de cerca de 1,20 milhões de ton/ano, e na Cargill Agrícola S/A, que adquiriu as instalações da Olvebasa Óleos Vegetais da Bahia S/A e possui capacidade de processamento de 500 mil ton/ano.

Segundo a Granol (2005), nas operações de industrialização, sejam primárias (extração) ou para o consumo (refino e embalagens), a indústria da cadeia da soja é de grande eficiência em rendimentos e custos, favorecida pelos custos baixos dos insumos, mão-de-obra especializada barata, tradição e tecnologia disponíveis.

Nessa análise, vincula-se as características de custo da operação de industrialização às capacidades das plantas. Capacidades maiores correspondem a custos menores, em contrapartida, a logística de abastecimento de matéria-prima, bem como de distribuição dos produtos sofrem acréscimos de distâncias e, portanto, do custo dos fretes (Granol, 2005).

Nesse contexto, 40% do parque brasileiro situa-se na faixa de 600 ton/ dia até 1.500 ton/ dia. Outros 45% do parque situam-se na faixa de 1.500 ton/ dia até 3.000 ton/ dia. Cerca de 6% do total da capacidade corresponde às unidades industriais de capacidade inferior a ambas as faixas e somente 9% da capacidade

total é constituída por plantas de capacidade superior às mencionadas (Granol, 2005).

O Apêndice V descreve as etapas necessárias para a produção de óleo de soja (matéria-prima para a produção de biodiesel), detalhando os aspectos agrícolas (plantio) e industriais (extração de óleo).

5.3

Cadeia Produtiva da Mamona

A mamoneira (*Ricinus communis L.*), da família das euforbiáceas, é uma planta de origem tropical, resistente à seca e heliófila - gosta de muito sol (Embrapa Algodão, 2005a). A produção desta oleaginosa se estende a quase todas as zonas tropicais e subtropicais, podendo ser encontrada em diversas regiões brasileiras. Da semente da mamona pode-se extrair o óleo e, como co-produto, a torta, rica em nitrogênio, fósforo e potássio, utilizada na adubação de solos (Pires *et al.*, 2004). A torta da mamona só pode ser utilizada como ração animal depois de desintoxicada, pois possui ricina em sua composição - substância altamente tóxica. Sendo o processo de desintoxicação bastante complexo e, muitas vezes caro, as fábricas de óleo preferem vender a torta apenas como fertilizante (Aboissa, 2005).

O óleo é utilizado na indústria de cosméticos, na indústria automotiva, como componente de polímeros ou como lubrificante para motores de alta rotação e carburante de motores a diesel como fluido hidráulico em aeronaves. Diferentemente da soja, girassol, amendoim e outras oleaginosas, a mamona não é destinada à alimentação humana, logo, não sofre a concorrência deste mercado (Pires *et al.*, 2004). No entanto, dadas as aplicações nobres deste óleo, seu preço de mercado é superior aos dos demais óleos.

A cultura assume papel social de grande relevância e a força de trabalho familiar explora pequenas áreas, sempre em regime de consórcio com o feijão e o milho. Neste sistema não existe mecanização nem utilização de insumos modernos, como sementes melhoradas, defensivos, fertilizantes etc. A cultura também pode assumir caráter mais comercial, com a participação da tração mecânica e a utilização de insumos modernos (Embrapa Algodão, 2005a).

As cultivares de mamona variam em porte, deiscência⁸ dos frutos e tipo dos cachos, entre outras características. Os tipos comerciais existentes no Brasil, dependendo das condições ambientais e das variedades, podem variar de 1 a 4 metros. Para a agricultura familiar no Nordeste recomenda-se o uso de cultivares de porte médio (1,7 a 2,0m) e de frutos semi-indeiscentes, como a BRS 149 Nordestina e a BRS 188 Paraguaçu, lançadas pela Embrapa em convênio com a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA). São de boa rusticidade, resistentes à seca e de boa capacidade de produção, média de 1.400 kg/ha de бага em condições de cultivo de sequeiro (Embrapa Algodão, 2005a).

Também são utilizadas as cultivares Sangue-de-boi, Preta-Pernambucana e Paraibana, todas com produtividade em torno de 1.300kg/ha, em condições de sequeiro, e de 4.000kg/ha, em condições de irrigação (Carvalho, 2005).

Carvalho (2005) recomenda a utilização de cultivares que tenham as seguintes características: produtividade acima de 1.500 kg de bagas/ha no sequeiro; produtividade acima de 3.000 kg/ha em regime de irrigação; resistência ou boa tolerância às pragas e às doenças; teor de óleo nas sementes superior a 45%; teor de óleo ricinoléico acima de 89% e frutos semi-indeiscentes.

O principal produtor mundial de mamona é a Índia, com produção de 804 mil toneladas, seguida pela China, com 275 mil toneladas, e Brasil, que produziu 149 mil toneladas em 2004. A Tabela 11 e a Figura 12 apresentam a evolução dos principais países produtores de mamona.

Tabela 11: Produção mundial de mamona. Fonte: FAOSTAT (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) apud BiodieselBr (2005)

Ano	2000	2001	2002	2003	2004
Mundo	1.360.099	1.091.466	938.701	1.222.920	1.311.679
Brasil	100.732	99.941	170.897	77.970	149.099
China	300.000	260.000	265.000	258.000	275.000
Índia	882.800	652.700	428.000	804.000	804.000
Outros	76.567	78.825	74.804	82.950	83.580

⁸ Denomina-se deiscência a abertura natural de qualquer órgão vegetal. 1. Frutos indeiscentes: não se abrem para liberar sementes. 2. Frutos deiscentes: abrem-se para liberar as sementes (Ambiente Brasil, 2006).

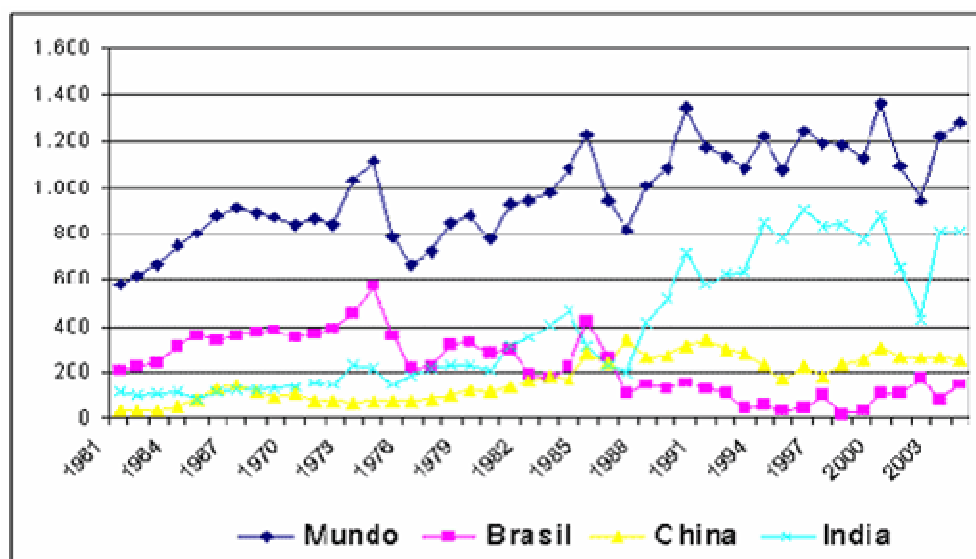


Figura 12: Produção mundial de mamona. Fonte: FAOSTAT *apud* BiodieselBr (2005)

No Brasil o principal estado produtor é a Bahia, onde predominam as plantas de porte alto. A distribuição geográfica da mamona no estado da Bahia é a apresentada na Figura 13.

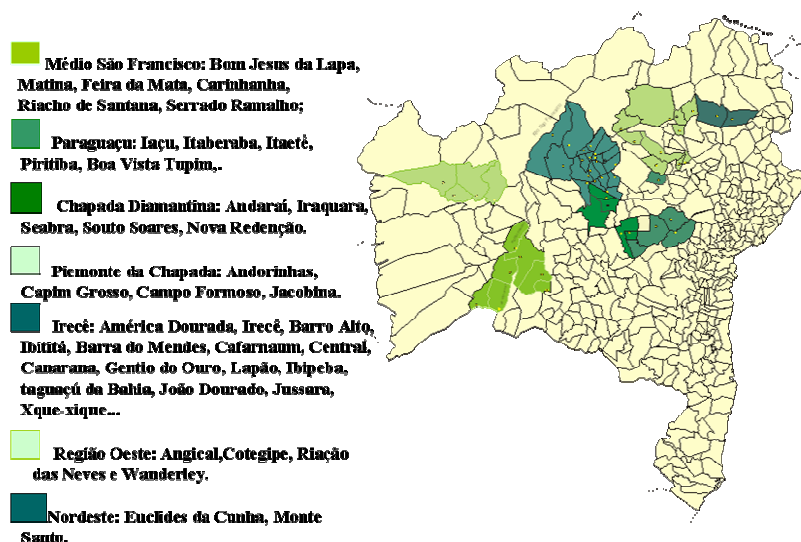


Figura 13: Distribuição da mamona na Bahia. Fonte: Rocha (2005)

A produção, área colhida e rendimento da mamona em baga na Bahia são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Produção de mamona na Bahia. Fonte: CONAB *apud* Rocha (2005)

Ano/Safra	Produção (ton)	Área Colhida (mil ha)	Rendimento (kg/ha)
1999/2000	90.700	174,1	521
2000/2001	71.400	152,0	470
2001/2002	66.000	120,0	550
2002/2003	81.900	123,6	663
2003/2004	89.000	148,3	600
2004/2005	129.000	172,0	750

De acordo com fontes primárias, a quebra da última safra de mamona foi de 50%. Historicamente este percentual tem se mantido em torno de 20%.

Vieira, Lima e Batista (1997) *apud* Embrapa Algodão (2003), atribuíram uma fase de redução de área colhida e da quantidade produzida de mamona em bagas no Brasil iniciada em 1985/86 na região Nordeste, aos seguintes fatores:

1. Desorganização e inadequação dos sistemas de produção vigentes, devido à reduzida oferta de sementes de cultivares melhoradas geneticamente;
2. Utilização, por parte dos produtores, de sementes impróprias para o plantio (de baixa qualidade e rendimento médio e de alta susceptibilidade às doenças e pragas);
3. Utilização de práticas culturais inadequadas (como espaçamento, época de plantio e consorciação);
4. Desorganização do mercado interno tanto para o produtor como para o consumidor final;
5. Baixos preços pagos ao produtor agrícola;
6. Reduzida oferta de crédito e de assistência técnica ao produtor agrícola;
7. Utilização da mesma área para sucessivos plantios da cultura.

Ainda hoje se verifica a necessidade de organização dos produtores, pois o associativismo é praticamente inexistente. Outra consideração importante é o alto nível de quebra de safra ainda presente na região.

Assim como o Brasil já deteve o título de maior produtor de mamona, também o foi no que se refere às exportações de óleo de mamona, como se pode perceber na Figura 14. Os valores estão em mil toneladas.

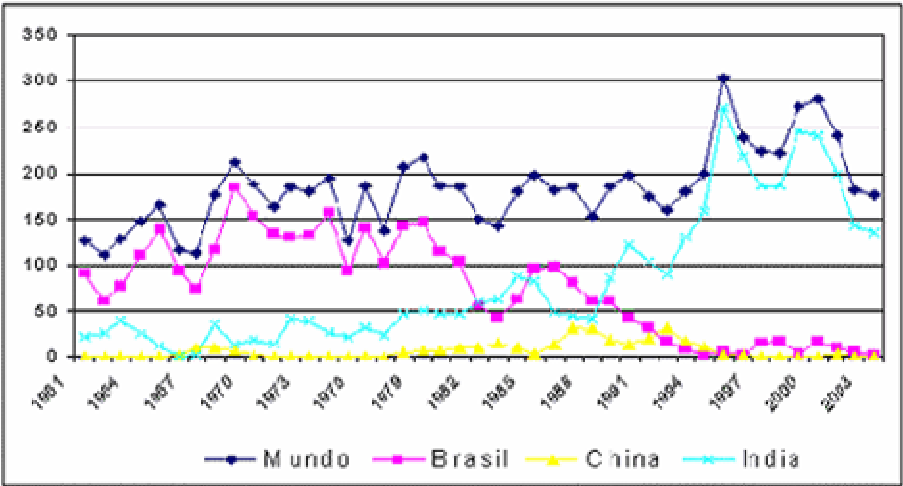


Figura 14: Exportações de óleo de mamona. Fonte: FAOSTAT *apud* BiodieselBr (2005)

Percebe-se, visualizando a Figura 14, que o Brasil foi o maior exportador mundial de óleo de mamona até a década de 80, quando ocorreu a primeira grande quebra nas exportações brasileiras; justamente quando se dá o grande aumento das exportações indianas. A Índia passou a dominar a comercialização de óleo de mamona a partir do final dos anos 80 e vem até hoje como o principal exportador (FAOSTAT *apud* BiodieselBr, 2005).

Em relação às exportações de óleo de mamona, o Brasil têm mantido a 6ª colocação no *ranking* mundial, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13: Exportações de óleo de mamona. Fonte: FAOSTAT *apud* BiodieselBr (2005)

Ano	Exportações em toneladas		
	2000	2001	2002
Mundo	281.110	239.788	181.445
Índia	238.949	199.789	143.643
Países Baixos	7.656	8.803	12.524
Alemanha	6.182	6.365	6.827
França	2.351	3.190	3.297
Estados Unidos	3.320	2.819	2.836
Brasil	16.743	10.244	5.815
Tailândia	2.060	1.358	1.552
Outros	3.849	7.220	4.951

Entre os principais exportadores encontramos países que também se destacam como grandes importadores como a Alemanha, França, Estados Unidos, com destaque para os Países Baixos que em 2003 importaram 18.535 toneladas de óleo de mamona e exportaram 17.005 toneladas. No caso específico dos Países Baixos, o fato de apresentar-se como um dos principais exportadores deve-se

principalmente ao papel que este país tem para o mercado europeu, funcionando como porto de entrada para os produtos consumidos na região européia (FAOSTAT *apud* BiodieselBr, 2005).

Atualmente, a capacidade instalada de processamento de mamona na Bahia é da ordem de 250.000 toneladas de bagas por ano, concentrada nas empresas Braswey e Brasil Óleo de Mamona Ltda. (BOM), que hoje operam com um nível de ociosidade anual em torno de 70%, devido tanto a falta de matéria-prima quanto de demanda pelo óleo.

O Apêndice VI descreve as etapas necessárias para a produção de óleo de mamona (matéria-prima para a produção de biodiesel), detalhando os aspectos agrícolas (plantio) e industriais (extração de óleo).

5.4 **Cadeia Produtiva do Algodão**

A cultura do algodão sempre girou em torno do setor têxtil, tendo sua pluma como principal produto e as sementes como um co-produto da produção. Contudo, no processamento do algodão, aproximadamente 62,5% do peso do produto antes do processamento é caroço, o qual é muito apreciado por seu azeite comestível e pelo farelo que resulta da moagem de seu resíduo, usado na alimentação do gado e como fertilizante (BiodieselBr, 2005). Entre os co-produtos pode-se citar o linter - que corresponde a cerca de 10% da semente do algodão, o óleo bruto - média de 15,5% da semente, a torta - que é quase a metade da semente, além da casca e do resíduo (4,9% do total) – (Embrapa Algodão, 2005b).

Dados da FAOSTAT apontaram o Brasil como o sexto maior produtor mundial de caroço de algodão. O primeiro lugar ficou a China e o segundo com os Estados Unidos. De acordo com a CONAB, o maior Estado produtor de algodão no Brasil hoje é o Mato Grosso, com uma produção de 972,4 mil toneladas de caroço de algodão e que nos últimos anos obteve um expressivo aumento em sua produção. Logo após vem a Bahia, com produção de aproximadamente 477,8 mil toneladas, e Goiás, com 260,5 mil toneladas. A Figura 15 apresenta a evolução da produção brasileira de caroço de algodão de 1990 a 2005, em mil toneladas - BiodieselBr (2005).

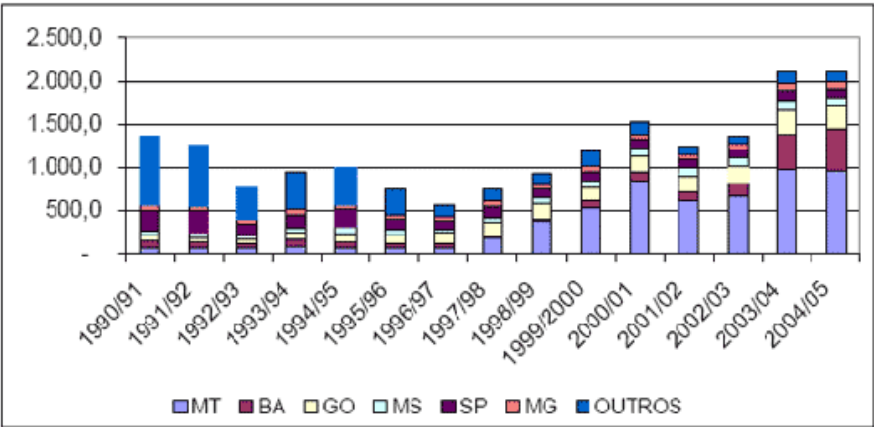


Figura 15: Produção brasileira de caroço de algodão. Fonte: BiodieselBr (2005)

A produção, área colhida e rendimento do algodão em caroço na Bahia são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Produção de algodão em caroço na Bahia. Fonte: CONAB *apud* Rocha (2005)

Ano/Safra	Produção (ton)	Área Colhida (mil ha)	Rendimento (kg/ha)
1999/2000	130.300	57,9	2.250
2000/2001	159.500	55,0	2.900
2001/2002	176.900	70,2	2.520
2002/2003	284.800	86,3	3.300
2003/2004	675.450	197,5	3.420
2004/2005	804.195	233,1	3.450

A Figura 16 apresenta a distribuição do cultivo do algodão na Bahia.

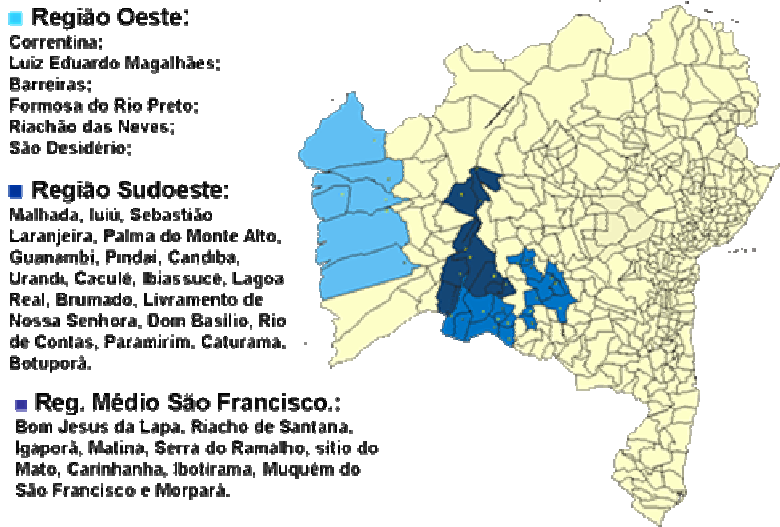


Figura 16: Distribuição da mamona na Bahia. Fonte: Rocha (2005)

O óleo de algodão é o óleo vegetal mais antigo produzido industrialmente, tendo sido consumido em larga escala no Brasil, mas reduzido com o aumento da produção de soja (Embrapa Algodão, 2005b). Dados da FAOSTAT *apud* BiodieselBr (2005), mostram que a produção deste óleo, até a metade dos anos 70 foi destinada quase que inteiramente ao consumo interno, quando houve um considerável aumento da produção seguido de, também expressivo, aumento das exportações, conforme apresentado na Figura 17. Este período de alta ocorreu até a metade da década de 80, quando a trajetória se reverteu chegando ao menor nível de produção em 1997. Desse período aos dias atuais vem ocorrendo uma trajetória de aumento na produção.

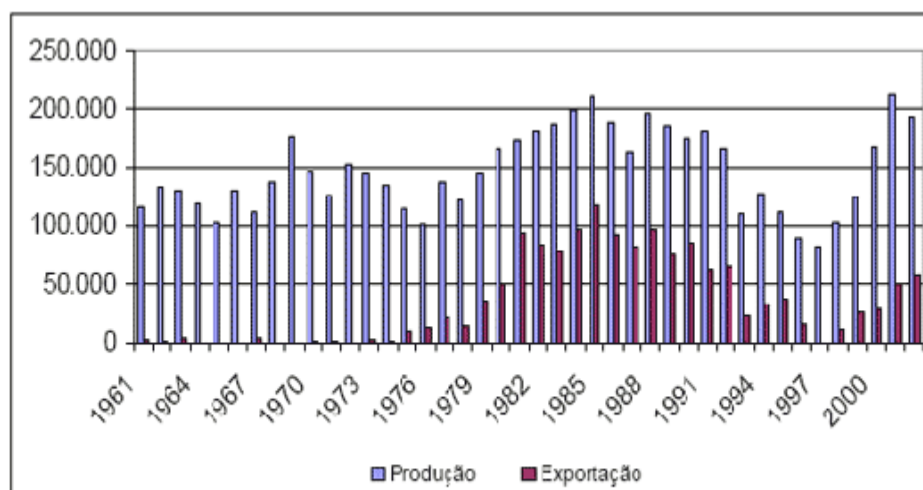


Figura 17: Produção/ exportação brasileira de óleo de algodão. Fonte: BiodieselBr (2005)

O Apêndice VII descreve as etapas necessárias para a produção de óleo de algodão (matéria-prima para a produção de biodiesel), detalhando os aspectos agrícolas (plantio) e industriais (extração de óleo).

6

Dados utilizados no Modelo de Simulação

Este capítulo apresenta os dados referentes às diferentes oleaginosas analisadas – dendê, mamona, soja e algodão – que foram utilizados no modelo de simulação. Também são apresentados os custos relativos à produção de biodiesel utilizados no modelo.

Os valores adotados na simulação resultam da comparação entre dados primários e dados secundários obtidos por entrevistas, visitas *in loco*, investigação documental e revisão da literatura. Considera-se importante a comparação para justificar os valores de custos adotados nas simulações. No entanto, o modelo de simulação é flexível para que o usuário possa entrar com dados diferentes daqueles adotados neste estudo.

De forma geral, o cenário agrícola é determinado pela produtividade da oleaginosa. Assim, a produtividade no cenário otimista é maior que no cenário provável, que por sua vez é maior que no pessimista. Da mesma forma, o teor de óleo é o critério determinante dos cenários de extração e o custo total por litro o dos cenários de biodiesel.

6.1. Dendê

Esta seção apresenta dados de plantio e extração de óleo de dendê adotados no simulador. Tais valores resultam da comparação entre dados levantados no Baixo Sul e de estudos da Suframa/FGV (2003) e da Embrapa (2005).

A simulação foi feita com os dados referentes a uma planta de extração de capacidade de processamento de 20.000 toneladas de cachos de dendê por ano (pequeno porte), pois essa capacidade é equivalente à produção atual das empresas produtoras de óleo de dendê no Baixo Sul. Hoje a produção da maior empresa da região é de 10.000 toneladas de óleo por ano, com previsão de produção de 20.000 toneladas em 2008.

A área necessária para o projeto (planta de extração de 20.000 ton/ano), considerando o cenário de produtividade de 22 ton por ha, seria de cerca de 1.000 ha. Levando-se em conta que são necessárias 145 mudas por ha, esta área equivaleria a cerca de 145.000 mudas. Assim, as mudas plantadas em 2005 seriam suficientes para atender ao projeto de produção de biodiesel analisado.

6.1.1 Produtividade Agrícola

Os dados de campo indicaram uma grande variação da produtividade de acordo com a adubação e a idade da plantação. A Tabela 15 sintetiza as produtividades de *Tenera* obtidas no Baixo Sul, conforme a idade e o nível de adubação da plantação.

Tabela 15: Variação da produtividade do dendê 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	16, 17 e 18 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)

Segundo fontes primárias, 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. As variações de produtividade de *Tenera* ao longo da vida útil do dendê utilizadas nos estudos da Embrapa e da Suframa/FGV são apresentadas na Figura 18.

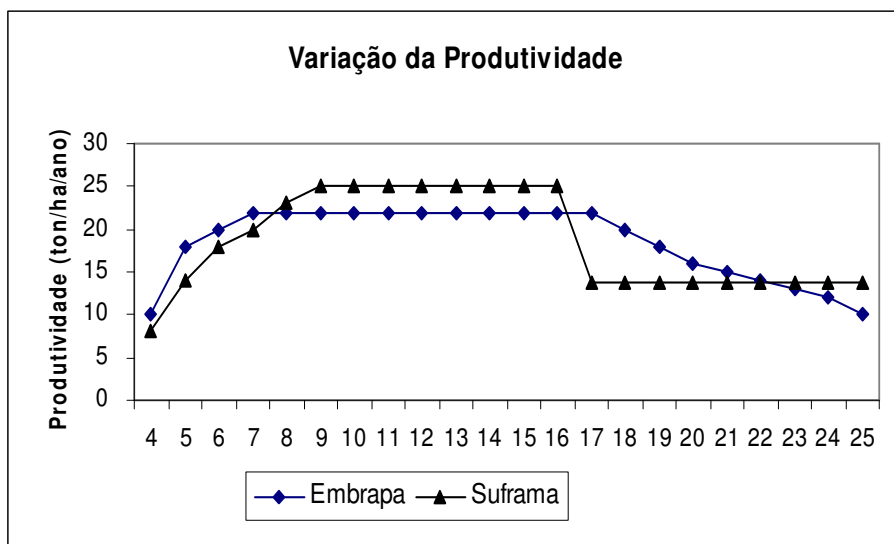


Figura 18: Produtividade do dendê. Baseado em Suframa/FGV (2003) e Embrapa (2005)

Com base nos dados anteriormente descritos, optou-se por utilizar as produtividades máximas apresentadas na Tabela 16 para os três cenários possíveis (pessimista, provável e o otimista).

Tabela 16: Valores de produtividade máxima do dendê para diferentes cenários

Pessimista	Provável	Otimista
17 ton/ha/ano	22 ton/ha/ano	28 ton/ha/ano

Pelos dados de campo, não é absurdo considerar que uma plantação com tratos culturais apropriados atinja valor máximo de produtividade e mantenha esse valor até o final da sua vida útil. Assim, os três cenários adotam a produtividade de 8 ton/ha no primeiro ano de produção e a máxima nos demais anos.

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.

Para o cálculo do 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. Assim, de acordo com a Tabela 5, o total de impostos será igual a $40\% \times R\$0,00 + 60\% \times R\$0,151 = R\$0,0906$ por litro, mais o ICMS.

6.1.2

Preço da Oleaginosa

Os dados primários obtidos indicaram um preço de R\$150,00/ton de cachos de frutos frescos (CFF) entregue na fábrica de óleo (preço CIF⁹) ou R\$120,00/ton na região produtora (preço FOB).

O estudo da Embrapa considera um preço de R\$90,00/ ton de CFF, enquanto no da Suframa/FGV esse preço é de R\$100,00/ ton de CFF.

De acordo com uma série de preços obtida no site da SEAGRI – BA, o valor FOB da tonelada de cachos de dendê na entressafra chega a R\$180,00, enquanto na safra esse valor varia entre R\$110,00 e R\$130,00. Os dados da Tabela 17 são apresentados em reais por tonelada e representam o valor predominante no mês correspondente.

Tabela 17: Variação dos preços dos cachos de dendê. Fonte: SEAGRI – BA (2006)

Ano/ Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2002	100	100	90	90	80	80	80	80	80	100	100	100
2003	100	100	100	140	150	150	158	170	170	170	195	215
2004	215	170	170	190	170	170	170	170	170	170	220	220
2005	160	160	140	145	145	180	180	110	130	130	130	140
2006	160	120	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

A série de preços da Tabela 17 demonstra que a cotação obtida por fontes primárias está próxima ao valor médio das cotações na safra e na entressafra. Assim, na simulação o preço de mercado considerado foi igual a R\$150,00/ ton de CFF entregue na fábrica de óleo (preço CIF). Este preço será usado como ponto de partida nas simulações da cadeia semi-verticalizada (produção de óleo e biodiesel), quando haverá compra do grão.

6.1.3

Custos Agrícolas

No primeiro ano de projeto são realizados investimentos em ativos fixos e preparo da área para o plantio. Esses custos são discriminados a seguir.

- **Investimento Inicial:** a estrutura de custos adotada neste trabalho considera o investimento inicial em plantio composto por custos com: (1) Aquisição de

⁹ CIF - Cost, Insurance and Freight - custo, seguro e frete – O transporte da mercadoria é pago pelo vendedor. É um INCOTERM (Wikipédia, 2006).

terreno; (2) Obras civis e instalações prediais; (3) Equipamentos, Ferramentas, Máquinas e veículos e (4) Outros Custos.

Segundo as entrevistas realizadas, o custo de aquisição de terreno no Baixo Sul é de R\$800,00 a R\$1.200,00 por hectare para um dos entrevistados e de R\$1.300,00 por hectare para outro. Assim, foi usado na simulação um valor médio de R\$1.200,00.

Ainda de acordo entrevistados, o investimento por hectare em obras civis e instalações prediais é de R\$300,00 e em equipamentos, ferramentas, máquinas e veículos é de R\$3.000,00/ha.

No estudo da Suframa/FGV, o investimento total, excluindo o custo de aquisição de terreno (pois o estudo foi feito para a Amazônia) foi de R\$625,64/ha.

Dada a diferença apresentada nos valores, optou-se por adotar o custo da Suframa/FGV sem o custo de terreno, pois este estudo apresenta valores detalhados de equipamentos e ferramentas, sendo, portanto, mais confiável que a estimativa obtida em campo.

- **Preparo da área:** o custo de preparo da área é composto, essencialmente, por despesas com mão-de-obra e horas de trator para o preparo da área a ser plantada.

A Suframa/FGV considera esse custo igual a R\$1.134,46/ha e a Embrapa igual a R\$1.484,00/ha. Como o estudo da Suframa/FGV foi realizado em 2003 e considerando possíveis reajustes de preço, optou-se por adotar na simulação o valor obtido pela Embrapa em 2005.

No segundo ano de projeto os principais custos envolvem o plantio. Assim, é necessário incorrer em custos com a aquisição das mudas e mão-de-obra para o plantio, além de materiais e insumos necessários à atividade. Esses custos são apresentados a seguir.

- **Custo com aquisição de mudas:** O custo unitário de aquisição das mudas pode ser descrito por:

$$\frac{\text{Custo/ha no pré - viveiro}}{\text{nº de sementes/ha no pré - viveiro}} + \frac{\text{Custo/ha no viveiro}}{\text{nº de mudas/ha no viveiro}}$$

Estes itens de custos são desmembrados e quantificados na Tabela 18 e na Tabela 19 a seguir apresentadas, considerando dados de fontes primárias.

Tabela 18: Custos no pré-viveiro - dendê

Fatores	Dados complementares	Valor (R\$/ha)
Preparo da área com cobertura		704,44
Escavação de terriço com trator	2: 22 h x R\$ 130,00	288,88
Mão-de-obra temporária: enchimento de sacos, arrumação nos canteiros, semeio das sementes, seguros, tributos e encargos.	13 homens/ ha	5.460,00
Mão-de-obra permanente (manutenção): irrigação, monda, controle de pragas e doenças, seguros, tributos e encargos.	1 homem/ ha	420,00
Aquisição de sementes pré-germinadas	68.000 x R\$ 1,50/semente	102.000,00
Aquisição de sacos: 15 x 18 x 10	68 milheiros x R\$ 12,00	816,00
CUSTO TOTAL		109.689,32

Tabela 19: Custos no viveiro - dendê

Fatores	Dados complementares	Valor (R\$/ha)
Preparo da área com terraplanagem mecânica	12: 85 h x R\$ 130,00	1.671,12
Escavação de terriço com trator	14: 00 h x R\$ 130,00	1.820,00
Mão-de-obra temporária: enchimento de sacos, balizamento da área, arrumação dos sacos nas balizas, repicagem das mudas do pré-viveiro para o viveiro, seguros, tributos e encargos.	25 homens/ ha	10.500,00
Mão-de-obra permanente (manutenção): irrigação, monda, controle de pragas e doenças, controle de ervas daninhas, seguros, tributos e encargos.	2,7 homens/ ha	1.134,00
Aquisição de sacos: 40 x 40 x 20	19.000 x R\$ 140,00	2.660,00
Adubo químico, herbicida, equipamento de irrigação etc.		10.880,00
CUSTO TOTAL		28.665,12

Assim, o custo por muda é igual a: $\frac{109.689,32}{68.000} + \frac{28.665,12}{19.000} = \text{R\$3,12}$.

Esse custo foi determinado considerando o valor de mercado das sementes pré-germinadas fornecidas pela Embrapa de Manaus (R\$1,50/unidade). Considerando a aquisição de sementes pré-germinadas da CEPLAC a um preço subsidiado de R\$0,22 por unidade para as agroindústrias (uma parceria com o Governo Federal), o custo por muda cairia para **R\$1,84**.

No caso de compra das mudas, a margem do produtor deve ser acrescida ao custo da muda. A Embrapa considera um preço de R\$5,00 por muda em seu estudo, enquanto que no estudo da Suframa/FGV esse preço é de R\$4,50 por muda. No caso de compra das mudas foi usado no modelo o valor da Embrapa, para simularmos a pior situação dentre as consideradas.

Tanto o estudo da Embrapa quanto o da Suframa/FGV assume que são necessárias 145 mudas/ha. Esse número considera uma possível perda de mudas,

já que a densidade recomendada é de 143 plantas/ha. Assim usaremos na simulação a compra de 145 mudas/ha plantado. Dessa forma, os custos unitários com aquisição das mudas para os três cenários são os apresentados na Tabela 20.

Tabela 20: Custos de aquisição de mudas de dendê para diferentes cenários

Pessimista	Provável	Otimista
R\$ 5,00	R\$ 3,12	R\$ 1,84

- **Custo com plantio e tratos culturais:** este fator de custo é composto por despesas com mão-de-obra, materiais e insumos e com administração. Na Tabela 21 e na Tabela 22 são apresentados os valores de cada um destes itens de custo de acordo com a Embrapa e a Suframa/FGV, respectivamente.

Tabela 21: Custos de plantio e tratos culturais do dendê. Baseado em Embrapa (2005)

Fatores	Ano 0
Mão-de-obra e Tratos culturais	R\$ 330,00
Materiais, insumos e combustíveis	R\$ 764,50
Despesas administrativas	R\$ 228,59
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$ 1.323,09

Tabela 22: Custos de plantio/tratos culturais do dendê. Baseado em Suframa/FGV (2003)

Fatores	Ano 0
Mão-de-obra e Tratos culturais	R\$ 399,50
Materiais, insumos e combustíveis	R\$ 932,94
Despesas administrativas	-
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$ 1.332,44

Como os valores são muito próximos, optou-se por usar na simulação o maior custo, apenas por conservadorismo.

Do terceiro ao quinto ano de projeto – fase de crescimento do dendezeiro, ainda sem produção – os custos com tratos culturais e insumos são maiores.

Segundo entrevistados, o custo por hectare referente aos 3 anos de tratos culturais antes do início da produção é igual a R\$5.187,00 e é distribuído entre os anos segundo a proporção apresentada na Tabela 23.

Tabela 23: Custos por hectare com tratos culturais no período sem produção - dendê

Fatores	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Mão-de-obra e Tratos culturais	R\$ 1.266,00	R\$ 810,00	R\$ 810,00
Materiais, insumos e combustíveis	R\$ 921,00	R\$ 510,00	R\$ 624,00
Despesas administrativas (aprox. 5% do total)	R\$ 108,00	R\$ 66,00	R\$ 72,00
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$ 2.295,00	R\$ 1.386,00	R\$ 1.506,00

No estudo da Embrapa o custo por hectare referente ao mesmo período é de R\$2.394,53 e a distribuição entre os anos é apresentada na Tabela 24.

Tabela 24: Custos por ha com tratos culturais no período sem produção - dendê

Fatores	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Mão-de-obra e Tratos culturais	R\$ 282,00	R\$ 252,00	R\$ 216,00
Materiais, insumos e combustíveis	R\$ 417,50	R\$ 447,50	R\$ 516,60
Despesas administrativas	R\$ 76,95	R\$ 76,95	R\$ 109,03
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$776,45	R\$ 776,45	R\$ 841,63

Optou-se por usar os dados primários no modelo, mesmo com a diferença em relação aos da Embrapa, pois os dados de campo foram detalhados por itens de custo, mostrando-se, portanto, bastante confiáveis. Além disso, nota-se também que as diferenças se concentram nos custos com mão-obra e insumos, que variam de acordo com a região e o tipo de solo cultivado.

A fase produtiva do dendezeiro tem início no sexto ano de projeto, quando os custos com tratos culturais e insumos diminuem substancialmente.

De acordo com os dados de campo, o custo anual por hectare referente aos anos de produção é igual a R\$1.323,00 nos anos 4 -5 e entre os anos 17-25. Entre o 6º e o 16º há uma redução de 20% nos custos. A Tabela 25 mostra a distribuição destes custos entre diferentes itens.

Tabela 25: Distribuição anual dos custos de produção do dendê por hectare

Fatores	Anos 4,5 e 17-25	Anos 6-16
Mão-de-obra e Tratos culturais	R\$ 1.260,00	R\$ 1.008,00
Despesas administrativas (aprox. 5% do total)	R\$ 63,00	R\$ 50,4
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$ 1.323,00	R\$ 1.058,40

6.1.4

Coeficientes Técnicos da Extração e Preços de Co-produtos

A Tabela 26 apresenta os percentuais dos produtos obtidos no processo de prensagem dos cachos de dendê para a produção do óleo. São mostrados os dados primários obtidos com duas empresas e os dados utilizados no estudo da Suframa/FGV.

Tabela 26: Percentuais e preços dos produtos obtidos na prensagem do dendê

Produto	Fatores	Dados Primários		
		Empresa A	Empresa B	Suframa/FGV
Óleo de palma	Teor de óleo - MÍNIMO	18,0%	20,0%	-----
	Teor de óleo - MÉDIO	20,0%	22,0%	22,0%
	Teor de óleo - MÁXIMO	23,0%	-----	25,0%
	Preço do Óleo (R\$/ton)	-----	-----	R\$ 1.500,00
Óleo de palmiste	Teor de óleo - MÍNIMO	2,0%	1,50%	-----
	Teor de óleo - MÉDIO	2,3%	1,75%	2,00%
	Teor de óleo - MÁXIMO	2,5%	2,0%	-----
	Preço do Óleo (R\$/ton)	R\$ 2.000,00	R\$ 1.690,00	R\$ 1.300,00
Torta de palmiste	Teor de torta (%)	2,8%	3,0%	3,03%
	Preço da Torta (R\$/ton)	R\$ 180,00	R\$ 200,00	R\$ 500,00
Cachos Vazios	% de cachos	35%	40%	-----
	Preço dos cachos (R\$/ton)	30,00	-----	-----

Os percentuais e os preços dos produtos obtidos para os três cenários, são apresentados na Tabela 27.

Tabela 27: Cenários de preços e % dos produtos obtidos na prensagem do dendê

Fatores	Pessimista	Provável	Otimista
Teor de óleo de palma	20%	22%	28%
Preço do óleo de palma (R\$/ton)	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Teor de óleo de palmiste	1,50%	2,00%	2,50%
Preço do óleo de palmiste (R\$/ton)	1.690,00	1.690,00	2.000,00
Teor de torta de palmiste	2,80%	3,00%	3,00%
Torta de palmiste (R\$/ton)	180,00	180,00	200,00
% de cachos obtidos	35%	35%	35%
Preço dos cachos vazios (R\$/ton)	0	0	30,00

A visão otimista se baseia em entrevista realizada, segundo a qual, 28 a 30% de óleo podem ser obtidos na prensagem do dendê se utilizado o processo de extração por solvente. É importante ressaltar que, de acordo com especialistas, consegue-se até 45% de óleo em extrações em bancada. Assim, 28% de óleo é um valor factível de se atingir.

O preço do óleo de palma (dendê) será usado como ponto de partida nas simulações da cadeia desverticalizada (apenas produção de biodiesel), quando haverá compra do óleo.

6.1.5 Custos de Extração de Óleo

De acordo com os dados de fontes primárias, são apresentados na Tabela 28 os valores de investimento e custos operacionais para diferentes portes de planta.

Tabela 28: Investimentos e custos operacionais para o dendê

Fatores	Porte da Usina		
	Pequena	Média	Grande
Capacidade instalada (ton de CFF/ano)	18.000 - 36.000	36.000 - 72.000	72.000 ou +
Tempo de implantação da usina (meses)	12	15	18
INVESTIMENTO INICIAL			
Aquisição de terreno			
Obras civis, instalações prediais	R\$ 800.000,00	R\$ 1.200.000,00	R\$ 2.000.000,00
Equipamentos, Ferramentas, Máquinas e veículos	R\$ 1.800.000,00	R\$ 4.000.000,00	R\$ 18.000.000,00
Materiais e insumos	R\$ 1.000,00	R\$ 2.000,00	R\$ 3.000,00
Mão-de-obra	R\$ 408,00	R\$ 750,00	R\$ 1.100,00
Investimento Total (em R\$)	R\$ 2.601.408,00	R\$ 5.202.750,00	R\$ 20.004.100,00
CUSTOS OPERACIONAIS			
Mão-de-obra	R\$ 30,00	R\$ 20,00	R\$ 10,00
Controle de qualidade do óleo	R\$ 1,60	R\$ 1,50	R\$ 1,40
Materiais e insumos	R\$ 180,00	R\$ 175,00	R\$ 160,00
Manutenção/ conservação	R\$ 10,00	R\$ 8,00	R\$ 7,00
Custo total (R\$/ por ton de CFF)	R\$ 221,60	R\$ 204,50	R\$ 178,40

O estudo da Suframa/FGV considera valores de investimentos da Tabela 29.

Tabela 29: Investimentos da usina de prensagem de dendê. Fonte: Suframa/FGV (2003)

Fatores	Custos
Capacidade instalada (ton de CFF/ano)	38.000
INVESTIMENTO INICIAL	
Aquisição de terreno	
Obras civis, instalações prediais	R\$ 1.104.925,00
Equipamentos, Ferramentas, Máquinas e veículos	R\$ 9.347.079,60
Materiais e Insumos	880.789,72
Mão-de-obra	
Investimento total	R\$ 11.332.794,32

De acordo com a classificação estabelecida na Tabela 28, os valores da Suframa/FGV se referem a uma usina de médio porte. Ao comparar o total de investimentos da fonte primária com os da Suframa/FGV para a usina de porte médio, encontrar-se uma diferença superior a 6 milhões de reais.

Considerando a dificuldade de se obter dados mais precisos, adotou-se na simulação os valores de investimentos obtidos em campo para os cenários pessimista e provável e os da Suframa/FGV para o cenário otimista. O custo mais alto do cenário otimista se justifica pela necessidade de se incorrer em investimentos maiores em tecnologias melhores para se obter um maior teor de óleo. Como o critério de formação dos cenários se baseia no teor de óleo, esta escolha se mostra coerente.

Como já dito, foram utilizados na simulação os dados referentes a uma usina de pequeno porte (20.000 toneladas de cachos por ano) e não de médio porte (38.000 toneladas de cachos por ano) como a apresentada no estudo da Suframa/FGV. Assim, o valor do investimento adotado para o cenário otimista considera as proporções de aumento e diminuição dos investimentos por porte de usina apresentados na Tabela 28. Desta forma, tem-se estimativas de investimento para outras capacidades, tomando por base o investimento de R\$11.337.794,32 para capacidade instalada de 38.000 ton de CFF/ano, do estudo da Suframa/FGV.

Os investimentos para os cenários pessimista e provável e os custos operacionais para os três cenários adotados na simulação, se basearam nos dados de campo apresentados na Tabela 28 para uma usina de pequeno porte.

A Tabela 30 sintetiza os valores de investimento e custos operacionais associados a cada teor de óleo adotado na simulação.

Tabela 30: Cenários de investimentos na extração de óleo de dendê

	Pessimista	Provável	Otimista
Teor de óleo	20%	22%	28%
Total de Investimentos	R\$ 2.601.408,00	R\$ 2.601.408,00	R\$ 5.666.396,80
Custos Operacionais	R\$ 221,60	R\$ 221,60	R\$ 221,60

No caso do dendê, conforme descrito por Sande (2002), nos meses de julho a outubro as empresas de extração de óleo do Baixo Sul funcionam com apenas 30% da capacidade, devido à falta de matéria-prima. Assim, durante estes quatro meses do ano há 70% de ociosidade, o que equivale a uma ociosidade anual de 23,3%¹⁰.

6.2. Soja

Esta seção apresenta dados de plantio e extração de óleo de soja adotados na simulação. Os valores foram determinados a partir da comparação entre dados de campo obtidos em Barreiras e Luís Eduardo Magalhães e de estudos da EBDA, da Federação das Cooperativas Agropecuárias do Rio Grande do Sul (FecoAgro), da CONAB, da AgroByte e da Granol.

¹⁰ Igual a $1 - ((12-4*0,7)/12)$

A simulação foi feita com os dados referentes a uma planta de extração de capacidade de processamento de 1.440.000 toneladas de grãos de soja por ano (grande porte), capacidade equivalente a maior empresa produtora de soja do oeste baiano.

A área necessária para o projeto (planta de extração de 1.440.000 ton/ano), considerando o cenário de produtividade de 2,7 ton por ha, seria de cerca de 534 mil ha. Assim, a área colhida em 2004/2005 (870.000 ha) seria suficiente para atender ao projeto de produção de biodiesel analisado.

6.2.1 Produtividade Agrícola

A Tabela 31 sintetiza as produtividades de soja obtidas em diversas regiões do país, de acordo com estudos de diferentes fontes.

Tabela 31: Variação da produtividade da soja em diferentes locais

Produtividade (ton/ha)	Local	Sistema de produção	Fonte
3,00	BA	Convencional	EBDA
2,40	RS	Convencional	FecoAgro <i>apud</i> Medeiros (2004)
3,00	Não mencionado	Convencional	Agrobyte (2005)
3,00		Direto	Agrobyte (2005)
3,00	Brasília	Direto	CONAB (2005)
2,40	Campo Mourão PR	Convencional	
2,70		Direto	
3,00	Londrina - PR	Direto	
2,40	MS	Direto	
3,00	MT	Direto	
3,00	MT	Convencional	
3,00	GO	Direto	
2,70	MG	Direto	
2,34	RS	Direto	

Estes dados mostram que a produtividade na Bahia é uma das maiores do país. Segundo dados primários, a produtividade média da soja no oeste baiano em 2005 ficou entre 2,28 ton/ha (38 sacas/ha)¹¹ e 2,7 ton/ha (45 sacas/ha). Houve áreas em que a produtividade chegou a 2,88 ton/ha (48 sacas/ha). Estes dados são inferiores à produtividade de 3 ton/ha (50 sacas/ha), apresentada no estudo da EBDA.

¹¹ 1 saca = 60 kg

Com base nos dados acima, optou-se por utilizar as produtividades apresentadas na Tabela 32 para os três cenários possíveis (pessimista, provável e o otimista).

Tabela 32: Valores de produtividade máxima da soja para diferentes cenários

Pessimista	Provável	Otimista
2,28 ton/ha/ano	2,7 ton/ha/ano	3 ton/ha/ano

Nota-se que o rendimento Provável considerado na simulação corrobora o valor apresentado por Rocha (2005), conforme mostrado na Tabela 9.

O valor do imposto pago por litro foi calculado, sob a premissa de que 100% da matéria-prima é proveniente da agricultura intensiva, que é o caso da cultura da soja no oeste baiano. Assim, de acordo com a Tabela 5, o total de impostos será igual a R\$0,222 por litro, mais o ICMS.

6.2.2

Preço da Oleaginosa

Por ser uma *commodity*, o grão de soja é cotado na Bolsa de Chicago. Os preços no Brasil guardam relação direta com os internacionais e são praticados em estreita sintonia com a Bolsa de Chicago. Os preços pagos ao produtor são baseados no preço internacional, descontados os valores referentes a frete e impostos, que levam ao chamado preço de internalização ou de paridade (De Paula e Faveret Filho, 1998).

As cotações anuais médias deste grão na bolsa de Chicago são apresentadas na Tabela 33, em US\$/tonelada.

Tabela 33: Cotações anuais médias dos grãos de soja na bolsa de Chicago (em US\$/ton). Fonte: Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) *apud* Abiove (2006)

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
226	245	220	279	294	234	179	190	174	190	216	280	238

A média destas cotações resulta num total de US\$228,00/tonelada. Considerando a cotação do dólar de 23/03/2006 (1US\$ = R\$2,1506), o preço médio da tonelada é igual a R\$490,50 - o que equivale a aproximadamente R\$29,00/saca.

Os baixos níveis dos estoques internacionais, a queda na safra mundial em 2003 e o aumento do consumo da soja nos países asiáticos, especialmente na

China, provocaram forte elevação dos preços nos mercados externo e interno. De agosto de 2003 até o 1º semestre de 2004, a cotação da soja na Bolsa de Chicago subiu 85%, resultando num expressivo aumento no preço cotado para a saca de 60 kg de soja em Barreiras (Bahia Invest, 2005).

O histograma apresentado Figura 19 representa a variação das cotações diárias em reais por saca de soja em Barreiras de 2002 a 2006. Verifica-se uma maior concentração de cotações entre R\$ 25,00 e 30,00 por saca.

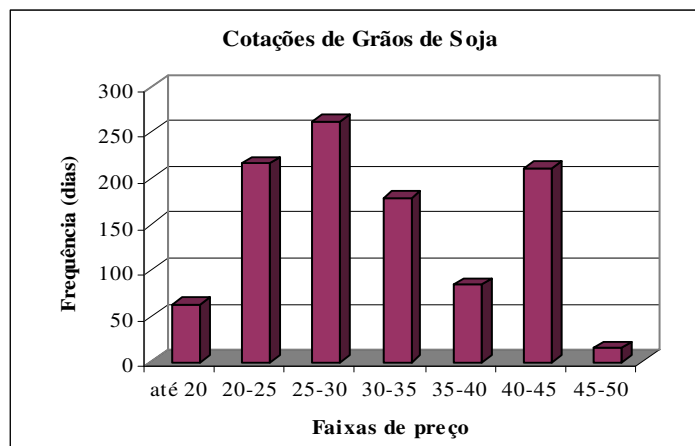


Figura 19: Cotação da soja em Barreiras - BA (em R\$/ton). Fonte: SEAGRI – BA (2006)

De acordo com dados primários, o preço FOB da saca de soja varia entre R\$20,00 e R\$50,00, o que corrobora os dados apresentados na Figura 19.

Dada a oscilação de preços apresentada, será considerado na simulação o preço-base de R\$29,00/ saca, que é o preço médio das cotações na bolsa de Chicago. Este valor está compreendido no intervalo de variação de preços obtidos por dados primários e corresponde a cerca de 5% da amostra utilizada para compor o histograma da Figura 19.

6.2.3 Custos Agrícolas

A Tabela 34 apresenta os investimentos por hectare necessários ao cultivo da soja no primeiro ano de um projeto de extração de óleo, de acordo com fontes primárias.

Tabela 34: Investimento inicial para o plantio de soja

Fatores	R\$/ha
Aquisição de terreno	R\$ 1.000,00
Obras civis, instalações prediais	R\$ 500,00
Equipamentos, Ferramentas, Máquinas e veículos	R\$ 800,00
Outros Custos (ITR, Licenças, Alvarás etc.)	R\$ 10,00
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$ 2.310,00

A partir do segundo ano de projeto há custos relacionados ao plantio e à colheita. O custo de aquisição de sementes é proporcional à quantidade de sementes por hectare e ao preço da semente. Segundo dados da EBDA, o preço da semente é de R\$2,00/ kg e são necessários 80 kg de sementes/ ha, o que resulta num custo total de R\$160,00/ ha com aquisição de sementes. Já no estudo da Agrobyte foi considerado um custo de aquisição das sementes de R\$1,36/ kg e a densidade de 70 kg de sementes/ha, resultando num custo total de R\$95,20/ ha. Para efeitos de simulação foi utilizado o preço da EBDA nos cenários pessimista e provável e o da Agrobyte no cenário otimista, mantendo a densidade de 80 kg de sementes por hectare fornecida pela EBDA. Os valores adotados para cada cenário são sintetizados na Tabela 35.

Tabela 35: Componentes do custo de aquisição de sementes de soja.

Pessimista	Provável	Otimista
80 kg de sementes/ ha	80 kg de sementes/ ha	80 kg de sementes/ ha
R\$ 2,00/ kg	R\$ 2,00/ kg	R\$ 1,36/ kg

Para os custos com materiais e insumos, preparo da área, mão-de-obra e despesas administrativas serão adotados os valores do estudo da EBDA. Estes custos são apresentados na Tabela 36.

Tabela 36: Custos operacionais para o plantio da soja. Fonte: EBDA (2005)

Fatores	R\$/ha
Materiais e Insumos	R\$ 672,40
Preparo da área (nivelamento, gradagem, capina, análise do solo)	R\$ 99,00
Mão-de-obra para plantio, tratos culturais + colheita + beneficiamento	R\$ 197,00
Despesas administrativas	R\$ 39,00
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$ 968,40

6.2.4

Coeficientes Técnicos da Extração e Preços de Co-produtos

No processo de extração do óleo bruto é gerado também o farelo de soja. Na Tabela 37 são mostrados rendimentos do processo de acordo com dados de campo de duas empresas do oeste da Bahia e de dados de um estudo da Bunge (2004).

Tabela 37: Rendimentos do processo de produção de óleo de soja

Produto	Fatores	Dados Primários		Bunge (2004)
		Empresa A	Empresa B	
Óleo de soja	Teor de óleo - MÍNIMO	17,5%	-----	-----
	Teor de óleo - MÉDIO	19,5%	20,0%	18,5%
	Teor de óleo - MÁXIMO	21,0%	-----	-----
Farelo de soja	Quantidade de farelo (%)	80,0%	75,0%	78,0%
Casca	Quantidade de casca (%)	-----	5,0%	3,50%

Dada a variação de rendimentos apresentada acima, optou-se por variar estes rendimentos na simulação de acordo com o cenário escolhido. Os valores adotados para cada cenário são apresentados na Tabela 38. O cenário otimista é o que maximiza a receita.

Tabela 38: Rendimentos para diferentes cenários.

Item	CENÁRIOS		
	Pessimista	Provável	Otimista
Óleo de soja	17,5%	18,5%	21,0%
Farelo de soja	75%	78%	75%
Casca	7,5%	3,5%	4%

Segundo dados primários, o preço da tonelada de casca é igual a R\$165,00.

As cotações anuais médias do óleo de soja e do farelo na bolsa de Chicago são apresentadas na Tabela 39, em US\$/tonelada.

Tabela 39: Cotações anuais médias do óleo e do farelo de soja na bolsa de Chicago (em US\$/ton). Fonte: SECEX *apud* Abiove (2006)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Óleo	416	546	596	535	530	609	441	335	306	402	496	549	462
Farelo	192	186	173	243	268	167	144	176	183	176	191	226	199

A cotação média do óleo de soja no período é de aproximadamente US\$478,70/tonelada. Considerando a cotação do dólar de 23/03/2006 (1US\$ = R\$2,1506), o preço médio da tonelada de óleo bruto é igual a R\$1.029,50.

Segundo dados da Uniamérica *Online* (2006), o preço FOB do óleo de soja bruto em fevereiro era de US\$473,00/ tonelada em Paranaguá e US\$462,70/ tonelada na Argentina. Estes valores são próximos da cotação média obtida de acordo com os dados da bolsa de Chicago (US\$478,70/ tonelada), que foi escolhido como o preço de mercado a ser utilizado na simulação.

Na análise de tendências de preços há que se fazer a separação entre o complexo grão-farelo e o óleo, pois este último têm dinâmica diferenciada. O farelo segue as mesmas tendências do grão, pois não tem no mercado, como fonte

protéica para ração animal, concorrentes de peso, sendo o preço do grão o determinante para o farelo. Já o óleo sofre a concorrência dos diversos tipos de óleos vegetais, seja para uso basicamente doméstico (colza, girassol e oliva) ou misto, como palma, algodão, coco e amendoim. Desta maneira, seu preço sofre a influência da oferta de outros óleos, além da atividade industrial do setor de alimentos (De Paula e Faveret Filho, 1998). A Figura 20 apresenta a relação entre o preço do grão e do farelo de soja - valores em US\$ por ton.

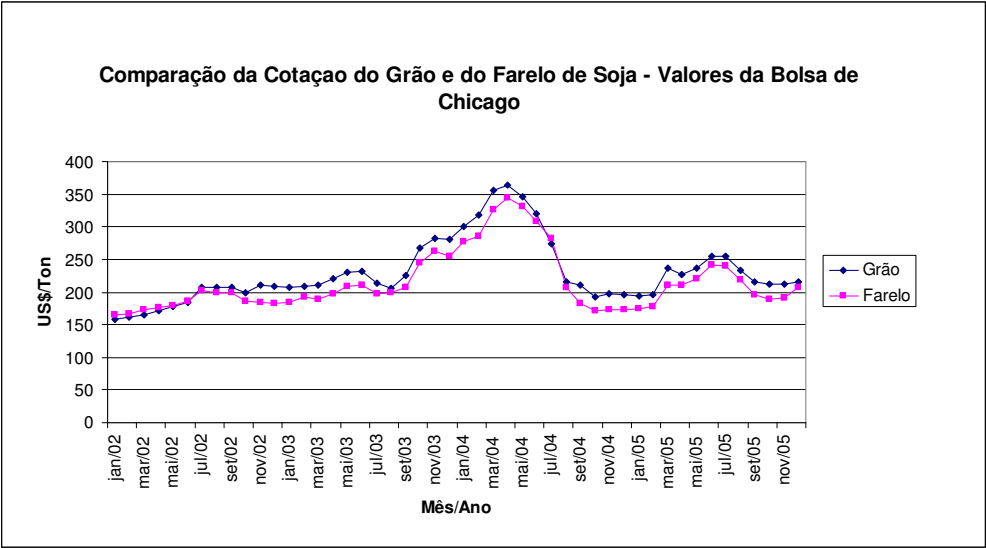


Figura 20: Comparação de cotações do farelo e do grão de soja. Fonte: Abiove (2006)

Percebe-se no gráfico uma correlação entre o preço do farelo e o preço do grão. Assim foi feita uma regressão para determinar a correlação entre estes preços. Os resultados da regressão são expressos na Tabela 40.

Tabela 40: Estatística de regressão

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,999087
R-Quadrado	0,998175
R-quadrado ajustado	0,976899
Erro padrão	10,13646
Observações	48

Percebe-se uma forte correlação entre as 2 variáveis, como pode ser visto pelo valor elevado do R-Quadrado. Em forma de equação, a regressão obtida é a seguinte: *Preço/ton de grão = 1,07 * Preço/ton de farelo*. Esta correlação foi usada na simulação da cadeia da soja para a determinação do preço do farelo.

De acordo com os dados da Tabela 39, a cotação média do farelo é de aproximadamente US\$194,15/tonelada, o que equivale a R\$417,54 (1US\$ = R\$2,1506).

Conforme já dito, o preço de mercado do grão de soja adotado na simulação foi de R\$490,50 por tonelada. A divisão deste valor pelo preço médio do farelo (R\$417,54) é igual a 1,17. Como tais valores são resultado da média das cotações médias anuais de grão e farelo, a diferença de 0,10 entre o resultado da divisão e o obtido na equação de regressão se justifica.

6.2.5

Custos de Extração de Óleo

De acordo com a Granol (2005), a agroindústria brasileira de soja operou com cerca de 12,2% de ociosidade em 2004. Este estudo previu uma ociosidade de 8% para o ano de 2005. No entanto, de acordo com dados primários, as fábricas ficam paradas na entressafra por, em média, dois meses. Assim a ociosidade anual considerada será de 16,67%¹².

Os dados de fontes primárias indicaram um custo operacional de R\$17,00 por tonelada. Este valor inclui os custos industriais e do solvente, mas não considera o custo com a compra de grãos.

A Tabela 41 apresenta as principais características operacionais das empresas produtoras de óleo de soja divididas por faixa de capacidade. É importante lembrar que, de acordo com a Granol (2005), 40% do parque brasileiro situa-se na faixa de 600 ton/ 24 h até 1.500 ton/ 24 h e outros 45%, na faixa de 1.500 ton/ 24h até 3.000 ton/ 24 h.

¹² Igual a 1 – (10/12)

Tabela 41: Características das empresas produtoras de óleo. Fonte: Granol (2005)

Variável	Melhores na Faixa 600 – 1500 ton/ 24h	Melhores na Faixa 1500 – 3500 ton/ 24h	Melhores Globais (Independente da faixa de capacidade)
Capacidade diária	1.500 ton/ 24h	3.000 ton/ 24h	8.000 ton/ 24h
Óleo residual (%)	0,5	0,4	0,4
Rendimento Óleo (%)	19,5	19,5	19,5
Rendimento Farelo (%)	78,5	78,5	78,5
Consumo de Hexano (litros/ ton)	< 1,5	< 1,0	< 1,0
Consumo de energia KWH/ton	< 40	< 35	< 30
Mão-de-obra Hh/ton	< 0,50	< 0,35	< 0,10
Custo de Industrialização US\$/ton ⁽²⁾	< 8,0	< 6,0	< 4,0

Notas: (1) Relacionado com custos de cada tipo de combustíveis (Biomassa).

(2) Excluídas depreciações e despesas administrativas.

A Tabela 41 apresenta um custo de industrialização de US\$6,00/tonelada para uma faixa de capacidade semelhante à da empresa fornecedora do dado de custo operacional supracitado. Considerando a cotação do dólar de 23/03/2006 (1US\$ = R\$2,1506), o custo de industrialização é igual a R\$12,90 por tonelada. Este custo é menor que o dado primário obtido, mas dada as dificuldades logísticas do oeste baiano, considera-se razoável o valor de R\$ 17,00 por tonelada.

Ainda de acordo com dados primários, os itens de custo componentes do custo industrial podem ser assim a classificados em ordem decrescente: (1) Combustíveis e energia elétrica, (2) Mão-de-obra; (3) Manutenção e conservação de equipamentos, (4) Materiais e Insumos, (5) Despesas administrativas, (6) Impostos e (7) Controle de qualidade.

Segundo dados primários, há um consumo aproximado de 1 litro de solvente (hexano) por tonelada de soja processada. Este valor é o mesmo apresentado na Tabela 41 para os melhores da faixa de capacidade da empresa fornecedora do dado. O preço médio do solvente é de R\$1,40/L.

Em relação ao investimento inicial, de acordo com dados de campo, estima-se um custo de R\$30 milhões para uma planta com capacidade de processamento de 4.000 ton/dia. Este custo inclui investimentos em obras civis, instalações prediais, além de equipamentos, ferramentas, máquinas necessários ao processo produtivo.

6.3. Mamona

Esta seção apresenta os dados de plantio e extração de óleo de mamona utilizados na simulação. Para a determinação destes valores, foram comparados dados primários obtidos nas duas maiores empresas produtoras de óleo de mamona do Brasil e estudos da EBDA e da CONAB.

A simulação foi feita com os dados referentes a uma planta de extração de capacidade de processamento de 151.200 toneladas de bagas por ano, capacidade equivalente a de uma empresa produtoras de óleo de mamona na Bahia.

A área necessária para o projeto (planta de extração de 151.200 ton/ano), considerando o cenário de produtividade de 1,5 ton por ha, seria de cerca de 100.800 ha. Assim, a área colhida em 2004/2005 (172.000 ha) seria suficiente para atender ao projeto de produção de biodiesel analisado.

6.3.1. Produtividade Agrícola

No caso dos pequenos produtores de mamona na Bahia, o plantio é quase sempre consorciado ao feijão, mesmo com a queda na produtividade da mamona devido ao consórcio. No entanto, é importante ressaltar que a mamoneira admite consórcio com outras plantas.

Os cenários da simulação foram determinados a partir de estudos da EBDA (2005) para plantio consorciado e não consorciado com feijão, conforme descrito na Tabela 42 e na Tabela 43. No caso de consórcio, são também mostradas as produtividades do feijão para cada cenário. A escolha dos cenários foi feita com base na produtividade da mamona. Assim, a produtividade do cenário otimista é a maior e a do cenário pessimista a menor.

Tabela 42: Cenários de produtividade da mamona para plantio não consorciado

Pessimista	Provável	Otimista
0,60 ton/ha/ano	1,50 ton/ha/ano	2,40 ton/ha/ano

Tabela 43: Cenários de produtividade da mamona e do feijão para plantio consorciado

	Pessimista	Provável	Otimista
Mamona	0,60 ton/ha/ano	1,20 ton/ha/ano	1,50 ton/ha/ano
Feijão	0,60 ton/ha/ano	0,72 ton/ha/ano	0,96 ton/ha/ano

Tanto para o caso consorciado quanto para o não consorciado, o cenário pessimista corresponde à produção em Irecê sem adubação e o cenário provável, em Irecê com adubação. O cenário otimista não consorciado se refere à produção adubada no Cerrado e o consorciado, à produção adubada em Angical. Assim, o cenário otimista corresponde à produção adubada em um lugar diferente dos demais, e que apresente uma produtividade maior que a dos outros cenários.

O valor do imposto pago por litro de biodiesel foi calculado sob a premissa de que 100% da matéria-prima é proveniente da agricultura familiar, que é o caso da cultura da mamona. Assim, de acordo com a Tabela 5, haverá desoneração de PIS/PASEP, COFINS, CIDE e IPI, restando apenas o pagamento de ICMS.

6.3.2.

Preço da Oleaginosa

Foi adotado um preço único para o feijão nos três cenários, igual ao preço médio nos últimos 12 meses na Bahia (R\$ 70,00/saca), conforme apresentado por Ruas (2006) - Tabela 44.

Tabela 44: Preço do feijão (R\$/saca). Fonte: Ruas (2006)

Produto	UND.	UF	SAFRA	PERÍODOS ANTERIORES			Semana Atual	Preço mínimo (*)
				12 meses	4 semanas	1 semana		
Anão Cores	60 kg.	SP	Nov/Out	80,00	90,00	90,00	88,00	47,00
		PR	Nov/Jun	75,90	80,70	80,60	79,71	47,00
		BA	Jul/Nov	70,00	80,00	80,00	75,00	47,00

O histograma da Figura 21 apresenta a variação das cotações diárias em reais da saca de mamona em Irecê de 2002 a 2006.

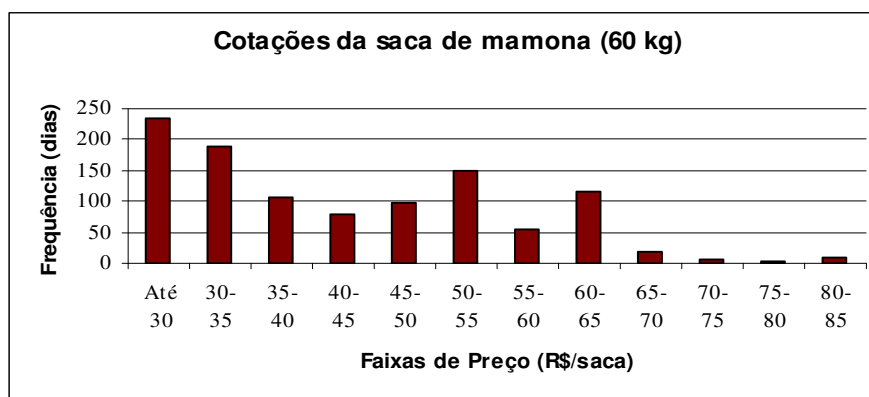


Figura 21: Variação das cotações da mamona em Irecê. Fonte: SEAGRI – BA (2006)

Verifica-se uma maior concentração das cotações na faixa de preço de até R\$30,00. No entanto, dada a grande oscilação de preços apresentada, optou-se por adotar como preço-base, o preço médio nos últimos 12 meses em Irecê, conforme apresentado em Macêdo (2006) - Tabela 45 .

Tabela 45: Preço da mamona em Irecê (R\$/saca). Fonte: Macêdo (2006)

Centro de Produção	UND.	PERÍODOS ANTERIORES			SEMANA ATUAL		
		12 meses	1 mês	1 semana	Média Atual	Composto atacado	Preço Mínimo
Irecê	60 kg.	36,00	31,00	30,50	29,00	32,96 (*)	33,56

(*) Nota: Salvador/BA

6.3.3 Custos Agrícolas

Os custos de investimento foram obtidos por fontes primárias e são apresentados na Tabela 46.

Tabela 46: Investimento inicial para o plantio de mamona

Fatores	R\$/ha
Aquisição de terreno	R\$ 1.000,00
Obras civis, instalações prediais, equipamentos, ferramentas, máquinas e veículos	R\$ 1.300,00
Outros Custos	R\$ 10,00
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$ 2.310,00

São apresentados na Tabela 47 os custos necessários à operação da plantação nos casos de plantio consorciado e não consorciado. De acordo com estudos da EBDA (2005), estes custos são associados às produtividades apresentadas na Tabela 42 e na Tabela 43. Os custos para o cenário otimista são maiores que os do cenário pessimista, pois é necessário incorrer em custos maiores para se obter maiores produtividades.

Tabela 47: Custos operacionais para o plantio da mamona

Cenários	Não Consorciado			Consorciado		
	Pessimista	Provável	Otimista	Pessimista	Provável	Otimista
Materiais e Insumos	R\$123,50	R\$419,74	R\$834,60	R\$224,50	R\$500,90	R\$653,94
Preparo da área	R\$100,00	R\$115,00	R\$131,00	R\$116,00	R\$115,00	R\$131,00
Mão-de-obra	R\$137,00	R\$157,00	R\$210,00	R\$234,00	R\$272,00	R\$246,00
Despesas administrativas	R\$39,00	R\$39,00	R\$39,00	R\$39,00	R\$39,00	R\$39,00
Total dos Custos	R\$399,50	R\$730,74	R\$1.214,60	R\$613,50	R\$926,90	R\$1.069,94

6.3.4

Coeficientes Técnicos da Extração e Preços de Co-produtos

A Tabela 48 apresenta os rendimentos do processo de obtenção de torta e óleo de mamona de acordo com dados de campo.

Tabela 48: Rendimentos do processo de extração de óleo de mamona

Produtos	Pessimista	Provável	Otimista
Óleo de mamona	41%	43%	45%
Torta	55%	54%	53%
Perda	4%	3%	2%

Segundo entrevistados, cerca de 25% do peso das sacas de mamona compradas são impurezas, assim, para se chegar ao total de óleo e torta produzidos o sistema multiplica o total de bagas compradas por 0,75.

Para a determinação do preço-base do óleo de mamona, são apresentadas na Figura 22 os preços médios deste óleo na Bolsa de Roterdã de 1986 a 2003.

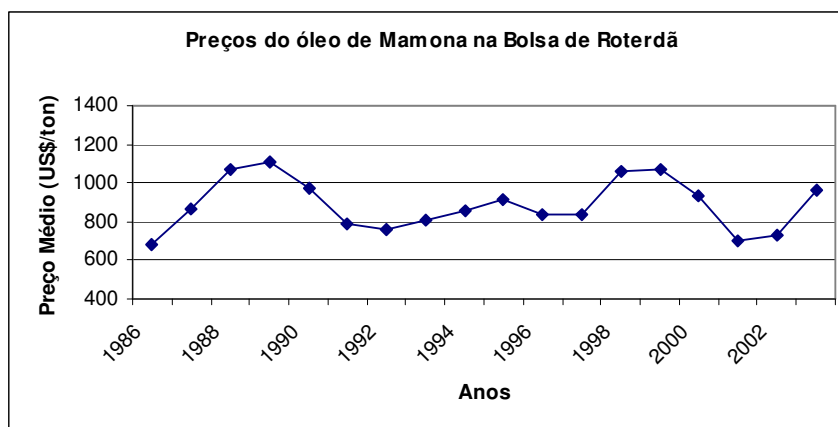


Figura 22: Cotações do óleo de mamona em Roterdã. Baseado em dados do *Oil World*

Pelas cotações apresentadas na Figura 22, o preço médio no referido período é de US\$886,00/ton, o que equivale a aproximadamente R\$1.905,43/ton (1US\$ = R\$2,1506). Este foi o preço-base adotado na simulação.

De acordo com dados de campo, a torta de mamona vem apresentando grande oscilação de preços na Bahia. Então, para compor os cenários da simulação, utilizou-se os preços mínimo, médio e máximo da torta do decorrer do último ano. Estes dados são apresentados na Tabela 49.

Tabela 49: Preços da torta de mamona

	Pessimista	Provável	Otimista
Torta de mamona	R\$ 190,00/ton	R\$ 300,00/ton	R\$ 390,00/ton

6.3.5 Custos de Extração de Óleo

Os custos operacionais do processo de produção de óleo foram determinados sob a premissa de que a fábrica apresenta sazonalidade bem definida, com 6 meses de alta utilização da capacidade instalada e seis meses de baixa. Segundo entrevistados, as fábricas de óleo de mamona funcionam com uma alta taxa de ociosidade devido tanto à falta de matéria-prima quanto de demanda, em decorrência da competição indiana. Assim, nem mesmo durante a safra há ocupação total da capacidade da fábrica, apesar de haver uma redução da ociosidade. Ainda de acordo com os dados obtidos, na fase de alta sazonalidade a ociosidade é de 23,80%, enquanto que na baixa sazonalidade este percentual chega a 60,71%. Isto implica em uma ociosidade anual de 42,26%¹³. Para uma fábrica de capacidade instalada de 420 toneladas de bagas/dia, os custos operacionais são de US\$140,00/ton na época de baixa sazonalidade e na alta sazonalidade este custo se reduz para US\$90,00/ton.

Desta maneira, o custo operacional médio ponderado pela taxa de utilização da fábrica é:

$$\text{Custo operacional médio} = 140 * 0,5 * (1 - 60,71\%) + 90 * 0,5 * (1 - 23,80\%) = \text{US\$ } 61,79 / \text{ton}$$

Considerando 1US\$ = R\$2,1506, o custo operacional seria igual a R\$132,89.

No entanto este custo se refere a todo o processo de produção de óleo de mamona, incluindo etapas de refinamento do óleo. De acordo com dados de campo, esses custos são reduzidos em 40% no caso da produção de óleo degomado, que é o óleo necessário para biodiesel. Assim, o custo operacional adotado na simulação é igual a R\$79,74/ ton de bagas.

Pelos dados obtidos em campo, o investimento inicial necessário para uma fábrica com capacidade de esmagamento de 420 toneladas de bagas/dia é de 20 milhões de reais. Considerando que as etapas mais avançadas de refinamento no óleo não são necessárias para o biodiesel, considera-se que este custo também será reduzido em 40% para manter uma coerência com a redução do custo operacional. Assim, o investimento inicial adotado na simulação foi de 12 milhões de reais.

¹³ Igual a $0,5 * 23,80\% + 0,5 * 60,71\%$

6.4. Algodão

Esta seção apresenta os dados de extração de óleo de algodão utilizados na simulação. Neste caso, optou-se por não simular a verticalização total da cadeia. Isto porque, do algodão em caroço pode-se extrair a pluma e o caroço de algodão. No entanto, somente 6 a 10% do algodão em caroço produzido se tornam óleo, pois cerca de 62,5% do total é caroço de algodão que, por sua vez, geram apenas 10 a 15% de óleo. Logo, como os custos de produção são remunerados pela pluma, a determinação do custo do caroço no *break even* se torna difícil. Para que esta simulação fosse possível seria necessária uma melhor análise do mercado de plumas, o que foge do escopo deste trabalho.

No entanto, foram levantados os custos de plantio do algodão, cujos dados são apresentados no Apêndice VIII. Os valores referentes ao plantio e extração de óleo de algodão são resultado da comparação entre os dados obtidos em Barreiras e Luís Eduardo Magalhães e estudos da EBDA e da CONAB.

A simulação foi feita com os dados referentes a uma planta de extração de capacidade de processamento de 21.600 toneladas de caroços por ano, capacidade equivalente a de uma das empresas produtoras de óleo de algodão na Bahia.

A área necessária para o projeto (planta de extração de 21.600 ton/ano), considerando o cenário de produtividade de 1,88 ton de caroços por ha, seria de cerca de 11.490 ha. Assim, a área colhida em 2004/2005 (233.100 ha) seria mais do que suficiente para atender ao projeto de produção de biodiesel analisado.

Para o cálculo do total de imposto pago por litro de biodiesel considera-se que 100% da matéria-prima é proveniente da agricultura intensiva. Assim, de acordo com a Tabela 5, o total de impostos será igual a R\$0,222 por litro mais o ICMS.

6.4.1 Coeficientes Técnicos da Extração e Preços de Co-produtos

Segundo uma das empresas visitadas, consegue-se de 8 a 12% de óleo de algodão na extração por prensagem do caroço de algodão. Para outra empresa, este percentual varia de 10 a 12%.

Ainda de acordo com dados de campo, ao se usar o processo de extração por solvente, o percentual de extração pode chegar a 15%. Para as duas fontes de dados, a perda média do processo chega a 6% e o resto é torta de algodão.

Com base nestes dados, foram adotados os percentuais de extração mostrados na Tabela 50.

Tabela 50: Cenários de produtividade do algodão

Produtos	Pessimista	Provável	Otimista
Óleo de algodão	10%	12%	15%
Torta	84%	82%	79%
Perda	6%	6%	6%

Considerou-se um preço único de venda da torta para os três cenários, igual a R\$303,33/ ton, que corresponde a média das cotações obtidas nas empresas visitadas.

A Tabela 52 apresenta a evolução dos preços dos óleos de algodão em Chicago (EUA), de acordo com dados do *Economic Research Service* (ERS).

Tabela 51: Evolução dos preços de óleos de algodão nos EUA. Baseado em ERS (2006)

Ano	Algodão
1980	1.235,88
1981	960,60
1982	1.041,85
1983	1.567,55
1984	1.395,50
1985	808,15
1986	844,47
1987	1.035,63
1988	941,96
1989	1.113,53
1990	1.065,74
1991	960,60
1992	1.437,08
1993	1.448,07
1994	1.396,93
1995	1.267,90
1996	1.222,50
1997	1.378,30
1998	1.305,65
1999	1.030,38
2000	763,70
2001	859,28
2002	1.804,11
2003	1.529,32
2004	1.338,63
2005	1.290,36

Nota: Valores em reais por tonelada. Câmbio de 1US\$ = R\$2,1506.

Assim, foi considerado como preço-base para a simulação o valor médio das cotações, igual a R\$1.193,99 por tonelada.

O preço do caroço de algodão utilizado na simulação foi de R\$3,45/arroba, que é o preço atual da arroba de caroço, de acordo com Aquino (2006).

6.4.2 Custos de Extração de Óleo

Como os custos obtidos para o óleo de algodão referem-se ao processo de extração por prensagem, assim como os dados de óleo de dendê, e pela dificuldade de se obter valores mais precisos para investimentos, optou-se por adotar para o algodão os mesmos valores de investimentos utilizados para o dendê. Além disso, os dados de algodão são relativos a uma planta com capacidade anual de esmagamento de 21.600 toneladas de caroços (porte semelhante a da planta usada na simulação do dendê). Assim, de acordo com a Tabela 28 e a Tabela 29, os custos reduzidos proporcionalmente para a capacidade da planta de algodão, são os especificados na Tabela 52.

Tabela 52: Investimentos para extração de óleo de algodão

Itens de Investimento	Pessimista	Provável	Otimista
Obras civis, instalações prediais	R\$ 800.000,00	R\$ 800.000,00	R\$ 552.462,50
Equipamentos, ferramentas, máquinas e veículos	R\$ 1.800.000,00	R\$ 1.800.000,00	R\$ 4.673.539,80
Capital de giro	R\$ 1.408,00	R\$ 1.408,00	R\$ 440.334,50
TOTAL	R\$ 2.601.408,00	R\$ 2.601.408,00	R\$ 5.666.396,80

Os custos operacionais foram determinados sob a premissa de que a fábrica funciona durante 7 meses do ano (na safra) e fica parada para manutenção durante 5 meses (na entressafra). Isto implica em uma ociosidade anual de 41,67%¹⁴.

De acordo com dados primários, para uma fábrica de capacidade instalada de 21.600 toneladas de caroços/ano, a folha salarial mensal custa em torno de R\$35.000,00, assim como custo com energia. Ainda por dados primários, sabe-se que os custos na safra são rateados da seguinte maneira:

- 36% Mão-de-obra;
- 24% Embalagem (sacos de polipropileno);
- 32,5% Energia elétrica + lenha;
- 7,5% Despesas administrativas.

¹⁴ Igual a $1 - (7/12)$

Na entressafra estes custos são reduzidos a aproximadamente os 7,5% das despesas administrativas.

Considerando os dados e os percentuais de rateio, foi possível chegar a um custo operacional de R\$32,07/ tonelada de caroço. Este custo é alto se comparado com o do caso da soja (R\$17/ton), mas a diferença se justifica pelo processo mais moderno e pelo porte da usina da soja, que levam a economias de escala superiores às verificadas para o caso do algodão.

6.5. Biodiesel

Esta seção apresenta dados de produção de biodiesel utilizados na simulação. Estes dados são resultado da comparação de estudos de Jordão Filho (2004), da COPPE (2005) e da Dedini (2006b).

6.5.1 Coeficientes Técnicos do Processo e Preços de Co-produtos

Conforme descrito no capítulo referente à cadeia produtiva do biodiesel, os insumos do processo de transesterificação são: óleo vegetal, álcool e catalisador. São gerados glicerina e ácidos graxos como co-produtos da reação.

Os coeficientes técnicos do processo são apresentados na Tabela 53.

Tabela 53: Coeficientes técnicos para produção de biodiesel. Fonte: Dorneles (2005) e Jordão Filho (2004)

	Rota Etilica	Rota Metilica
INSUMOS	Consumo (percentual do biodiesel produzido)	
Óleo Vegetal	95,4%	99,5%
Álcool	14%	10,3%
Catalisador	0,05%	0,05%
CO-PRODUTOS	Produção (percentual de biodiesel produzido)	
Glicerina	9,35%	9,75%
Ácidos Graxos	0,10%	0,10%

O preço do óleo vegetal depende da oleaginosa utilizada na fabricação do biodiesel e o valor a ser usado na simulação de cada oleaginosa foi discutido nas seções anteriores deste capítulo.

Dada a rota de produção adotada, é necessário determinar o preço do álcool (metanol ou etanol) a ser usado na simulação.

A faixa de preços do etanol considerada pela COPPE (2004) varia de R\$0,35 a R\$0,95 por litro, dependendo do período do ano. Durante a safra da cana-de-açúcar, de maio a novembro, a oferta do produto é maior, fazendo com que os preços caiam, diferentemente do período de entressafra (dezembro a abril), quando os preços praticados são maiores. O preço atual do etanol, segundo a MB do Brasil (2006) é de R\$1,11, mas, considerando as oscilações de preço apresentadas, será adotado no estudo um preço médio de R\$0,90 por litro na base de distribuição, o mesmo utilizado por Jordão Filho (2004).

Com relação ao metanol, a Figura 23 apresenta a evolução de preços no período de 2001 a 2005.

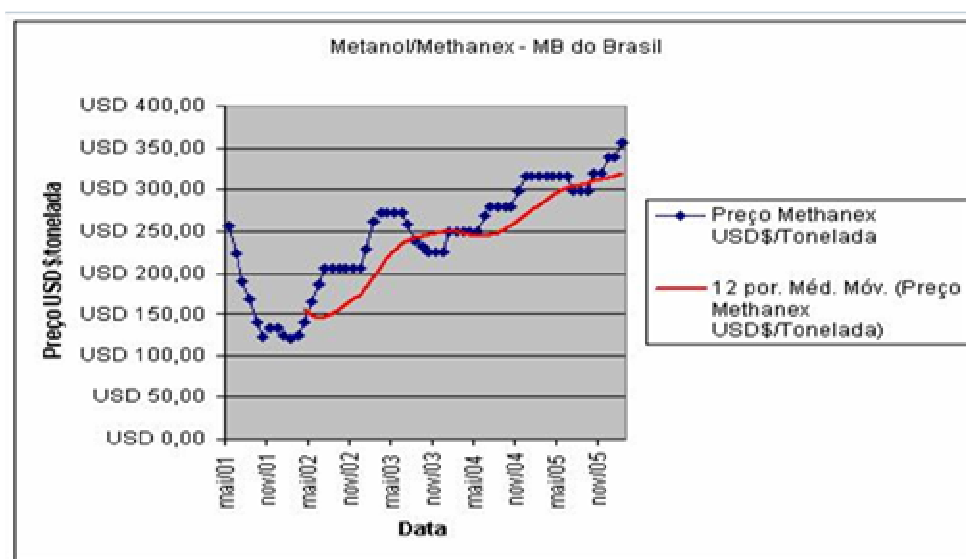


Figura 23: Série histórica de preços do metanol. Fonte: MB do Brasil (2006)

O preço atual de referência utilizado foi de US\$355,88/ton de metanol, dado pela MB do Brasil (2006), que, em reais, equivale a R\$0,77/litro. Também aqui o fator de conversão dólar-real utilizado foi de R\$2,1506 para US\$1,00.

O preço de mercado da glicerina utilizado no sistema de simulação refere-se à glicerina destilada (purificada), pois os custos da fábrica de biodiesel consideram instalações de purificação deste co-produto. De acordo com dados da Uniamérica Online (2006), o preço CIF da glicerina destilada estava entre R\$1.600,00 e R\$1.700,00 por tonelada em fevereiro de 2006. Portanto, considera-se na simulação um preço médio de R\$1.650,00 por tonelada.

O preço do catalisador adotado foi de R\$3,50 por litro, o mesmo utilizado por Jordão Filho (2004). Também deste trabalho foi adotado o preço dos ácidos

graxos, que não possuem valor representativo como co-produto da produção de biodiesel.

6.5.2 Custos de Produção

O estudo de Jordão Filho (2004) considera custos de produção para a capacidade de 60 milhões de litros por ano. Na simulação também são considerados custos de produção para mais duas capacidades: 82.197.000 e 100.000.000 de litros por ano, cujas fontes são COPPE (2005) e Dedini (2006b), respectivamente.

Os dados destas diferentes fontes foram organizados para formar três cenários 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, cujos valores aproximados são apresentados na Tabela 54.

Tabela 54: Comparação de custos de produção de biodiesel

	Jordão Filho (2004)	COPPE (2005)	Dedini (2006b)
Capacidade (milhões de litros)	60	82,197	100
Custo Operacional (R\$/litro)	0,22	0,15	0,12
Custo de Capital (R\$/litro)	0,06	0,04	0,03
Custo Total (R\$/litro)	0,29	0,19	0,16

Assim, os dados do estudo de Jordão Filho (2004) são usados para o cenário pessimista, os da COPPE (2005) para o cenário provável e os da Dedini (2006b) para o cenário otimista. O usuário do sistema de simulação tem, então, três diferentes capacidades e custos para simular os custos de produção de biodiesel.

Para o cálculo dos custos referentes ao estudo de Jordão Filho (2004) mostrados na Tabela 54, foram expurgados os custos de aquisição de terreno e controle de qualidade presentes no trabalho deste autor, conforme apresentado na Tabela 55. Esta consideração foi necessária para uniformizar critérios, pois os estudos da COPPE (2005) e da Dedini (2006b) não consideram tais itens de custo.

Tabela 55: Investimento e custos operacionais para biodiesel. Fonte: Jordão Filho (2004)

	Capacidade (litros/ ano)
Fatores	60.000.000
INVESTIMENTO INICIAL	
Aquisição de terreno	R\$300.000
Capital de giro inicial	R\$2.050.000
Outros custos menores	R\$800.000
Obras civis, instalações prediais	R\$5.669.550
Equipamentos, sistemas, máquinas, veículos e tancagens	R\$24.009.480
Estudos, projetos, gerenciamento e seguros da implementação	R\$3.200.490
Marketing, comercialização inicial, recursos humanos, licenças, estruturação da empresa	R\$2.670.480
Investimento Total (R\$)	R\$38.700.000
CUSTOS OPERACIONAIS	
Utilidades	R\$4.800.000
Pessoal + encargos	R\$3.717.135
Administração	R\$1.935.000
O&M	R\$2.907.918
Controle de qualidade	R\$3.600.000
Financiamento de Capital de giro	R\$600.000
Frete	R\$1.189.620
Custo total (R\$)	R\$18.749.673

A Tabela 56 mostra a segmentação de custos adotada pela COPPE (2005).

Tabela 56: Investimento e custos operacionais para biodiesel. Fonte: COPPE (2005)

	Capacidade (litros/ ano)
Fatores	82.917.000
INVESTIMENTO INICIAL	
Equipamentos e Instalações	9.100.000
Obras Civis	1.538.462
Construções, <i>Start up</i> e contingências	388.265
Capital de Giro	4.248.453
Investimento Total (US\$)	15.275.180
CUSTOS OPERACIONAIS	
Óleo vegetal refinado	43.860.000
Utilidades	4.716.300
Pessoal	500.000
Custo Administrativo	250.000
Manutenção	234.000
Custos Gerais (Marketing + Seguros)	18.000
Custo total (US\$)	49.578.300

O fator de conversão dólar-real utilizado foi de R\$2,1506 para US\$1,00, do dia 23/03/2006.

Por fim, a Tabela 57 mostra a estrutura custos adotada pela Dedini (2006b).

Tabela 57: Investimento e custos operacionais. Fonte: Dedini (2006b)

	Capacidade (litros/ano)
Fatores	100.000.000
INVESTIMENTO INICIAL	
Capital de giro inicial	R\$2.500.000
Obras civis, instalações prediais	R\$3.000.000
Equipamentos, sistemas, máquinas, veículos e tancagens	R\$26.500.000
Investimento Total (R\$)	R\$32.000.000
CUSTOS OPERACIONAIS	
Utilidades	R\$8.673.000
Pessoal + encargos	R\$480.000
Administração	R\$1.120.000
O&M	R\$2.220.000
Custo total (R\$)	R\$12.493.000

Os itens de custo: financiamento de capital de giro e fretes, do estudo de Jordão Filho (2004), e os itens de óleo vegetal refinado, *marketing* e seguros (operacional), da COPPE (2005), foram desconsiderados por já serem variáveis do modelo de simulação.

O item Utilidades refere-se ao gasto com energia elétrica e combustíveis, predominantemente.

7 Transporte e Logística

Este capítulo apresenta a análise da logística das cadeias produtivas das oleaginosas pesquisadas e os custos de transporte utilizados nas simulações.

7.1. Logística

Para a organização logística das usinas de prensagem de óleo e fábricas de biodiesel, deve-se considerar a localização das bases de distribuição de combustíveis na Bahia, conforme apresentado na Figura 24.

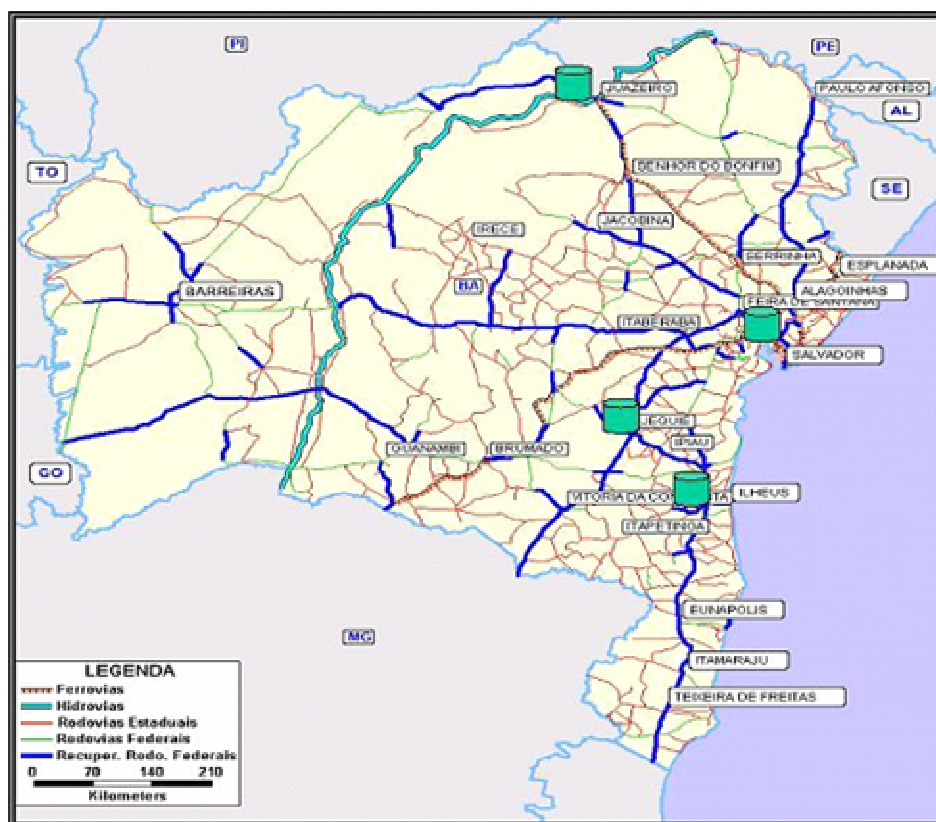


Figura 24 : Bases de distribuição de combustíveis na Bahia. Fonte: ANP (2005)

Há quatro bases de distribuição de combustíveis no território baiano: uma em Juazeiro, uma em Jequié, uma em Itabuna e uma em São Francisco do Conde; sendo esta última base a que abastece a Bahia com etanol.

Como o álcool (etanol ou metanol) entra no processo de produção com cerca de 10% a 15% em volume do total de biodiesel produzido, a questão do custo de transporte deste insumo é um fator importante na constituição do custo de produção do biocombustível.

Atualmente, há produção de etanol no Recôncavo Baiano, mas a maior parte do etanol que abastece a Bahia vem do Norte de Minas Gerais (MG), do Norte do Espírito Santo (ES) e de Sergipe (SE), passa pela base de São Francisco do Conde (Recôncavo) e de lá é distribuído para as regiões baianas. Na maioria das vezes acontece um frete “casado” nestes estados, ou seja, a viagem ida leva etanol e o retorno diesel ou gasolina. Assim, há transporte de diesel da Bahia até MG, ES ou SE e retorno com álcool, de modo a diminuir os custos de transporte. Neste caso, o diesel que abastece estas regiões é proveniente da refinaria da Petrobras na Bahia, a RLAM, localizada no Recôncavo.

De acordo com os dados primários obtidos, os custos de transporte de óleo vegetal e de biodiesel são semelhantes, assim, a principal questão logística é fazer a menor viagem possível com o álcool (etanol ou metanol).

Como, independentemente da localização da fábrica de biodiesel, haverá um custo interestadual de transporte de etanol – visto que a Bahia não produz a quantidade de álcool necessária ao atendimento da sua demanda – no caso da rota etílica, a análise se limita a considerar qual o destino do etanol que sai da base de São Francisco do Conde.

No caso de rota metílica, a única empresa baiana produtora de metanol é a Metanor, que fica localizada em Camaçari e, portanto, próxima à base de São Francisco do Conde.

Assim, tanto para a rota etílica quanto para a metílica, a localização da fábrica de biodiesel no Recôncavo é a melhor opção, pela proximidade com a base de distribuição de combustíveis.

Poder-se-ia pensar na localização da fábrica de biodiesel próxima a outras bases de distribuição, mas como o etanol já é transportado para a base São Francisco do Conde e o metanol é produzido no Recôncavo, é mais lógico aproveitar a logística já existente.

A seguir é apresentada a análise logística das cadeias produtivas do dendê, da soja, do algodão e da mamona.

7.1.1

Dendê

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

Considerando este fator proximidade, as alternativas viáveis para localização da fábrica de produção de biodiesel são as regiões do Baixo Sul e do Recôncavo Baiano. Assim, para a rota etílica dois casos podem ser analisados:

- 1) Uma fábrica de pequeno porte poderia ser localizada no Recôncavo, pois a produção local de álcool seria suficiente para supri-la.
- 2) No caso de usinas de grande porte, a localização poderia ser no Recôncavo, caso o consumo de etanol seja suprido a partir da base de São Francisco do Conde. Num cenário alternativo, o álcool seria transportado do norte dos estados do Espírito Santo e/ou Minas Gerais diretamente para o Baixo Sul ou para o extremo sul da Bahia, como em Ilhéus. Neste cenário, a localização da fábrica de biodiesel mais adequada seria nessa última região.

Como o Baixo Sul só produz dendê e as plantas de biodiesel em operação no mundo geralmente são multi-óleo, é preferível a localização no Recôncavo, mais próximo às regiões produtoras de outras oleaginosas. Em usinas multi-óleo, pode-se utilizar diferentes tipos de óleo provenientes de plantas com características semelhantes. Assim, uma redução da oferta de uma oleaginosa na entressafra poderá ser compensada pelo uso de outro tipo de óleo para a produção do biodiesel, diminuindo a ociosidade da fábrica.

7.1.2

Soja e Algodão

No caso da cadeia produtiva da soja, o problema logístico assume uma proporção maior devido à distância da região produtora ao Recôncavo Baiano.

Considerando o fator proximidade como critério para determinação da localização dos elos da cadeia, as alternativas viáveis para localização da planta de esmagamento de óleo de soja são as regiões do Oeste e do Recôncavo Baiano. Alguns fatores favorecem que esta planta seja localizada no Oeste Baiano, a saber:

- 1) Já existe capacidade instalada para processamento dos grãos no próprio Oeste.
- 2) O custo de transporte por tonelada dos grãos e do farelo é semelhante. Todavia de 3,5 a 7% em peso dos grãos equivalem à casca dos mesmos. Desta forma, a extração do óleo feita na região produtora diminui a tonelagem de transporte, já que a casca não será transportada. Além disso, o principal uso dessa casca é como adubo, o que torna vantajoso que ela seja processada próximo à região agrícola.
- 3) A extração próxima à região de produção facilita o rastreamento da produção. No caso da soja este é um fator importante, em função do tratamento diferenciado dado à soja transgênica. De acordo com dados de uma das empresas visitadas, atualmente entre 10% e 15% do total de soja comprado é transgênico, proveniente de pequenos produtores. Toda a soja passa por um teste para detectar se o produto é geneticamente modificado e, caso positivo, os grãos são exportados.

Se a fábrica de biodiesel fosse localizada no Oeste Baiano haveria a necessidade de transporte do metanol ou do etanol do Recôncavo até o Oeste. Isto oneraria o custo final do biodiesel em cerca R\$18 centavos por litro (R\$9 centavos para ida e R\$9 para a volta), no caso de transporte simples ou em R\$13 centavos por litro (R\$9 centavos para ida e R\$4 para a volta) no caso de frete “casado”. Desta forma, a produção no Recôncavo também é a melhor opção para o caso da soja.

Como a produção de algodão também se concentra no Oeste Baiano, todas as considerações logísticas feitas para a soja são válidas para o caso do algodão.

7.1.3 Mamona

Atualmente, as maiores empresas produtoras de óleo de mamona estão localizadas próximas à Salvador (BA) e não à Irecê, maior produtor de mamona da Bahia. Isto se justifica por questões mercadológicas (proximidade ao mercado consumidor), técnicas (maior disponibilidade de água que em Irecê) e logísticas (proximidade aos portos e aeroportos).

No caso de verticalização total da cadeia, este tipo de organização levaria a um custo de transporte de bagas de mamona e não de óleo, como nos demais casos. Segundo dados de campo, o custo de transporte de Irecê à Feira de Santana é de aproximadamente R\$45,00 por tonelada de bagas, o que equivale a cerca de R\$2,70 por saca transportada. Apesar do alto custo de transporte das bagas, a localização da fábrica no Recôncavo se justifica pela necessidade de novos investimentos em Irecê, em detrimento da capacidade ociosa já existente nas fábricas da região. Ressalta-se, que a produção verticalizada de mamona e óleo não é uma realidade da região.

No caso de produção verticalizada apenas para a produção de óleo e biodiesel, como a compra das bagas geralmente é CIF, o preço utilizado no sistema já inclui o custo de transporte.

Com a fábrica de óleo localizada no Recôncavo, não faz sentido localizar a fábrica de biodiesel longe da de óleo. Assim, a localização da usina produtora de biodiesel no Recôncavo Baiano é a melhor opção.

No entanto, o sistema de simulação é flexível para a escolha da localização da fábrica de óleo e se, alternativamente, a usina for localizada em Irecê, o simulador é capaz de calcular o custo de transporte do óleo até o Recôncavo.

7.2. Custos de Transporte

A estimativa do custo de transporte considera que o custo por km de um caminhão tanque de 30 m³ é aproximadamente igual ao custo do diesel (adotado como R\$1,60/ litro neste estudo) e que a usina de biodiesel e a base de mistura do biodiesel ao diesel estão localizadas no Recôncavo. Assim o custo de transporte para cada uma das oleaginosas é:

- **Dendê:** Considera-se que a planta de extração de óleo está localizada em Valença - Baixo Sul. A distância aproximada de Valença ao Recôncavo é de 215 km, assim, o custo com frete é igual a R\$1,60*215 km*2 (frete de ida e volta) para 30 mil litros, o que resulta num custo de R\$0,023 por litro de biodiesel.
- **Soja e Algodão:** Considera-se que a planta de extração de óleo está localizada em um ponto médio entre Barreiras e Luís Eduardo Magalhães - Oeste Baiano.

A distância aproximada de Barreiras ao Recôncavo é de 883 km e de Luís Eduardo Magalhães ao Recôncavo é de 975 km. Portanto, a distância média é igual a 929 km. Assim, o custo com frete é igual a R\$ 1,60*929 km*2 (frete de ida e volta) para 30 mil litros, que resulta num um custo de, aproximadamente, R\$0,10 por litro de biodiesel.

- **Mamona:** No caso da mamona, considera-se que a fábrica de extração de óleo está localizada no Recôncavo e que a plantação de mamona é feita em Irecê. A distância aproximada de Irecê ao Recôncavo é de 483 km e para esta distância o custo de transporte da tonelada de bagas é de aproximadamente R\$45,00. Como as fábricas de óleo e biodiesel estão no Recôncavo, o transporte do óleo até a fábrica do biocombustível é considerado desprezível.

Para futuras simulações, o usuário pode optar por localizar a fábrica de óleo em Irecê. Assim, o impacto do custo com o frete do óleo será igual a R\$1,60*483 km*2 (frete de ida e volta) para 30 mil litros, o que resulta num custo de R\$0,052 por litro de biodiesel.

Observa-se que, em qualquer destes casos, o custo do frete pode diminuir se for feito um frete "casado", pois, neste caso, o custo de transporte da volta seria reduzido.

8

Resultados e Análise dos Resultados

O presente capítulo apresenta os resultados obtidos nas simulações e a análise destes resultados. Por fim, é feita uma breve discussão sobre o mercado de óleos vegetais, principal insumo do processo de produção de biodiesel.

8.1. Resultados

Conforme já descrito anteriormente, o sistema de simulação desenvolvido neste estudo possui três cenários (pessimista, provável e otimista) para cada um dos três elos da cadeia – produtor agrícola, de óleo e de biodiesel. Pela combinação destes itens é possível realizar um total de 27 simulações para cada oleaginosa. No caso do algodão, como o elo agrícola não foi considerado, seria possível simular apenas 9 possibilidades da cadeia.

Somando-se as 27 possibilidades para o dendê, mamona e soja, mais as 9 possibilidades para o algodão, tem-se um total de 90 simulações possíveis. Como há duas rotas de produção (metflica e etflica), o total de possibilidades duplica.

Além destes itens, a origem da oleaginosa (agricultura familiar ou intensiva), as alíquotas para impostos, o custo de capital, o preço dos insumos e co-produtos, os graus de ociosidade das fábricas, os custos logísticos e as margens de comercialização também são dados de entrada do simulador, o que aumenta muito o número de possibilidades de simulação da cadeia produtiva do biodiesel.

Desta forma, os resultados das simulações apresentadas neste capítulo consideram as seguintes delimitações:

- **Capacidade da fábrica de biodiesel:** 82.917.000 de litros por ano, referente ao cenário provável adotado neste estudo. Esta capacidade de produção é superior às capacidades das plantas de extração simuladas para as oleaginosas, porém, a escolha se justifica, pois as fábricas de biodiesel geralmente são multi-óleo.
- **Grau de ociosidade da fábrica de biodiesel:** utiliza-se um fator de 20%, que é o grau médio das empresas do setor de energia. No caso das fábricas de óleo,

este fator varia de acordo com a oleaginosa foi apresentado no capítulo destinado à apresentação dos dados da simulação.

- **Margens de comercialização** iguais a zero.
- **Rota de produção:** metílica, pois a maioria das usinas em operação no mundo atualmente considera esta rota de produção.
- **Localização da fábrica de biodiesel:** no Recôncavo. Como a rota adotada na simulação foi a metílica, a localização da fábrica de biodiesel no Recôncavo é a melhor opção, pela proximidade com a Metanor e com a base de distribuição de combustíveis de São Francisco do Conde.
- **Localização da fábrica de óleo:** para dendê, soja e algodão, optou-se por localizar a fábrica próxima à região produtora. No caso da mamona, optou-se por manter na simulação a organização logística existente e localizar a fábrica de extração de óleo de mamona no Recôncavo.

São apresentados a seguir, os resultados obtidos para o biodiesel produzido a partir de cada uma das oleaginosas analisadas. Os custos foram calculados no *break even point* – ponto onde o somatório dos VPLs das receitas e despesas acumuladas em cada ano é nulo ao final do horizonte de planejamento.

8.1.1 Dendê

A Tabela 58, a Tabela 59 e a Tabela 60 apresentam os resultados das simulações para a cadeia totalmente verticalizada do dendê (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. 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.

Tabela 58: Resultados para a cadeia verticalizada do dendê – Plantio pessimista

Cenário no Plantio	Pessimista		
Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo dos CFF (R\$/Ton)	R\$ 188,83	R\$ 188,83	R\$ 188,83
Custo do óleo (R\$/litro)	R\$ 1,39	R\$ 1,23	R\$ 1,05
Custo do biodiesel na fábrica (R\$/litro)	R\$ 1,70	R\$ 1,54	R\$ 1,36
Custo do biodiesel na base (R\$/litro)	R\$ 1,99	R\$ 1,80	R\$ 1,59

Tabela 59: Resultados para a cadeia verticalizada do dendê – Plantio provável

Cenário no Plantio	Provável		
Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo dos CFF (R\$ /Ton)	R\$ 145,33	R\$ 145,33	R\$ 145,33
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$ 1,17	R\$ 1,03	R\$ 0,90
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,48	R\$ 1,34	R\$ 1,21
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 1,73	R\$ 1,57	R\$ 1,42

Tabela 60: Resultados para a cadeia verticalizada do dendê – Plantio otimista

Cenário no Plantio	Otimista		
Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo dos CFF (R\$ /Ton)	R\$ 114,03	R\$ 114,03	R\$ 114,03
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$ 1,02	R\$ 0,89	R\$ 0,79
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,33	R\$ 1,20	R\$ 1,10
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 1,56	R\$ 1,41	R\$ 1,29

A Tabela 61 apresenta as simulações para a cadeia semi-verticalizada do dendê (extração do óleo + produção de biodiesel), considerando um preço de compra dos cachos de frutos frescos (CFF) igual R\$150,00 por tonelada. São mostrados os custos por litro de óleo de dendê e biodiesel na fábrica e na base para os 3 cenários de extração e para o cenário provável para biodiesel

Tabela 61: Resultados para a cadeia semi-verticalizada do dendê

Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$ 1,20	R\$ 1,05	R\$ 0,92
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,51	R\$ 1,36	R\$ 1,23
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 1,77	R\$ 1,59	R\$ 1,44

A Tabela 62 apresenta as simulações para a cadeia desverticalizada do dendê (apenas produção de biodiesel), considerando um preço de compra do óleo igual a R\$1,50 por litro. São mostrados os custos por litro de biodiesel na fábrica e na base, considerando o cenário provável para biodiesel, já que, neste caso, haverá compra de óleo.

Tabela 62: Resultados para a cadeia desverticalizada do dendê

Custos	R\$
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,81
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 2,12

Os resultados obtidos indicam um custo do biodiesel na fábrica (com impostos e sem a margem do produtor) inferior a R\$1,74 por litro em 12 dos 13 cenários simulados.

Conforme já destacado, R\$1,74 por litro é o menor preço FOB obtido nos quatro leilões de biodiesel realizados no Brasil. Este valor foi utilizado como base

de comparação para a determinação da viabilidade dos resultados. Assim, somente para a cadeia desverticalizada, a produção de biodiesel se mostrou inviável, visto que atinge R\$1,81 por litro na fábrica, valor bastante superior ao obtido no leilão.

8.1.2 Soja

A Tabela 63, a Tabela 64 e a Tabela 65 apresentam os resultados das simulações para a cadeia totalmente verticalizada da soja, considerando os 3 cenários possíveis para as etapas de plantio e extração e o cenário provável para biodiesel. São mostrados os custos por tonelada dos grãos e por litro de óleo de soja, do biodiesel na fábrica e na base.

Tabela 63: Resultados para a cadeia verticalizada da soja – Plantio pessimista

Cenário no Plantio	Pessimista		
Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo dos grãos (R\$ /Ton)	R\$ 677,05	R\$ 677,05	R\$ 677,05
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$ 1,22	R\$ 1,09	R\$ 1,04
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,74	R\$ 1,61	R\$ 1,56
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 2,03	R\$ 1,88	R\$ 1,83

Tabela 64: Resultados para a cadeia verticalizada da soja – Plantio provável

Cenário no Plantio	Provável		
Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo dos grãos (R\$ /Ton)	R\$ 571,73	R\$ 571,73	R\$ 571,73
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$ 1,04	R\$ 0,93	R\$ 0,89
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,56	R\$ 1,45	R\$ 1,41
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 1,83	R\$ 1,70	R\$ 1,65

Tabela 65: Resultados para a cadeia verticalizada da soja – Plantio otimista

Cenário no Plantio	Otimista		
Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo dos grãos (R\$ /Ton)	R\$ 497,55	R\$ 497,55	R\$ 497,55
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$ 0,91	R\$ 0,82	R\$ 0,79
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,43	R\$ 1,34	R\$ 1,31
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 1,67	R\$ 1,57	R\$ 1,53

A Tabela 66 apresenta as simulações para a cadeia semi-verticalizada da soja, considerando um preço de compra dos grãos de soja igual R\$490,50 por tonelada.

Tabela 66: Resultados para a cadeia semi-verticalizada da soja

Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$ 0,90	R\$ 0,81	R\$ 0,78
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,42	R\$ 1,33	R\$ 1,30
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 1,66	R\$ 1,56	R\$ 1,52

A Tabela 67 apresenta as simulações para a cadeia desverticalizada da soja, considerando um preço de compra do óleo igual a R\$1,03 por litro.

Tabela 67: Resultados para a cadeia desverticalizada da soja

Custos	R\$
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,55
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 1,81

Os resultados obtidos indicam um custo do biodiesel na fábrica menor ou igual a R\$1,74 por litro em 13 dos 13 cenários simulados para a soja, o que mostra a competitividade desta cadeia produtiva na Bahia.

8.1.3 Mamona

A Tabela 68, a Tabela 69 e a Tabela 70 apresentam os resultados das simulações para a cadeia totalmente verticalizada da mamona, considerando os 3 cenários possíveis para as etapas de plantio e extração e o cenário provável para biodiesel. São mostrados os custos por tonelada de bagas e por litro de óleo de mamona, do biodiesel na fábrica e na base.

Tabela 68: Resultados para a cadeia verticalizada da mamona – Plantio pessimista

Cenário no Plantio	Pessimista – Consorciado			Pessimista – Não Consorciado		
Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista	Pessimista	Provável	Otimista
Custo das bagas (R\$ /Ton)	R\$153,49	R\$153,49	R\$153,49	R\$1.111,70	R\$1.111,70	R\$1.111,70
Custo do óleo (R\$ /l)	R\$0,62	R\$0,27	R\$0,16	R\$3,74	R\$2,59	R\$2,38
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /l)	R\$0,87	R\$0,52	R\$0,41	R\$3,98	R\$2,83	R\$2,62
Custo do biodiesel na base (R\$ /l)	R\$1,02	R\$0,61	R\$0,49	R\$4,65	R\$3,31	R\$3,07

Tabela 69: Resultados para a cadeia verticalizada da mamona – Plantio provável

Cenário no Plantio	Provável – Consorciado			Provável – Não Consorciado		
Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista	Pessimista	Provável	Otimista
Custo das bagas (R\$ /Ton)	R\$ 388,42	R\$ 388,42	R\$ 388,42	R\$ 738,00	R\$ 738,00	R\$ 738,00
Custo do óleo (R\$ /l)	R\$ 1,38	R\$ 0,84	R\$ 0,70	R\$ 2,52	R\$ 1,69	R\$ 1,51
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /l)	R\$ 1,63	R\$ 1,09	R\$ 0,95	R\$ 2,76	R\$ 1,94	R\$ 1,76
Custo do biodiesel na base (R\$ /l)	R\$ 1,91	R\$ 1,28	R\$ 1,11	R\$ 3,23	R\$ 2,27	R\$ 2,06

Tabela 70: Resultados para a cadeia verticalizada da mamona – Plantio otimista

Cenário no Plantio	Otimista – Consorciado			Otimista – Não Consorciado		
Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista	Pessimista	Provável	Otimista
Custo das bagas (R\$ /Ton)	R\$ 219,55	R\$ 219,55	R\$ 219,55	R\$ 662,94	R\$ 662,94	R\$ 662,94
Custo do óleo (R\$ /l)	R\$ 0,83	R\$ 0,43	R\$ 0,31	R\$ 2,28	R\$ 1,50	R\$ 1,34
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /l)	R\$ 1,08	R\$ 0,68	R\$ 0,56	R\$ 2,52	R\$ 1,75	R\$ 1,59
Custo do biodiesel na base (R\$ /l)	R\$ 1,27	R\$ 0,80	R\$ 0,66	R\$ 2,95	R\$ 2,05	R\$ 1,86

No caso no plantio consorciado, os resultados obtidos para o cenário pessimista são inferiores aos do cenário otimista, que por sua vez são inferiores aos do cenário provável. Isto se deve ao fato de que os cenários foram escolhidos com base na produtividade da mamona. Como o co-produto (feijão) vale mais que o produto principal (mamona), os resultados da simulação são fortemente dependentes do preço e da quantidade produzida de feijão e não de mamona. Além disto, conforme apresentado na Tabela 47, os custos de produção do estudo da EBDA para o cenário otimista são maiores os do cenário pessimista. Por isso, apesar dos cenários terem sido determinados pela produtividade da mamona, o lucro não segue a mesma lógica.

Verifica-se ainda que os custos do biodiesel no caso de plantio consorciado são menores que no caso não consorciado. Isto aconteceu porque, segundo os dados da EBDA, o aumento da produtividade da mamona gerado pelo plantio não consorciado não foi suficiente para cobrir a perda de receita da venda do feijão no plantio consorciado. Além disto, os custos com tratamentos agrícolas são bem superiores aos do cenário consorciado.

A Tabela 71 apresenta as simulações para a cadeia semi-verticalizada da mamona, considerando um preço de compra das bagas de mamona igual a R\$600,00 por tonelada.

Tabela 71: Resultados para a cadeia semi-verticalizada da mamona

Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$ 2,07	R\$ 1,35	R\$ 1,19
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 2,32	R\$ 1,60	R\$ 1,44
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 2,71	R\$ 1,87	R\$ 1,68

A Tabela 72 apresenta as simulações para a cadeia desverticalizada da mamona, considerando um preço de compra do óleo igual a R\$1,91 por litro.

Tabela 72: Resultados para a cadeia desverticalizada da mamona

Custos	R\$
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 2,16
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 2,52

Pela comparação com o menor preço FOB obtido nos leilões, os resultados obtidos para a mamona mostram a viabilidade da cadeia em 12 dos 22 cenários simulados.

Entre os cenários inviáveis encontram-se a maioria dos resultados obtidos para o plantio não consorciado da cadeia verticalizada (devido aos altos custos agrícolas) e o da cadeia desverticalizada (devido ao alto preço do óleo).

8.1.4 Algodão

Como já mencionado, no caso do algodão optou-se por não simular a verticalização total da cadeia. Assim, a Tabela 73 apresenta as simulações para a cadeia semi-verticalizada do algodão, considerando um preço de compra dos caroços igual R\$230,00 por tonelada. São mostrados os custos por litro de óleo de algodão e biodiesel na fábrica e na base para os 3 cenários de extração.

Tabela 73: Resultados para a cadeia semi-verticalizada do algodão

Cenário na Extração	Pessimista	Provável	Otimista
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$ 0,84	R\$ 0,75	R\$ 1,08
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,36	R\$ 1,27	R\$ 1,60
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 1,59	R\$ 1,49	R\$ 1,87

Pelos dados apresentados na Tabela 73, verifica-se que o custo do biodiesel no cenário otimista foi superior ao dos demais cenários. Isto aconteceu porque o critério de escolha dos cenários foi o teor de óleo.

Para o cenário otimista, foi adotado um teor de óleo de 15%. Segundo dados de campo, este percentual pode ser atingido se for usado o processo de extração por solvente. Como as instalações para este processo são mais modernas, o custo de investimento associado ao cenário otimista também foi superior ao dos demais.

No entanto, o aumento do teor de óleo não foi suficiente para cobrir o aumento dos custos de investimento, o que fez com que o custo do biodiesel fosse superior ao dos demais cenários.

A Tabela 74 apresenta as simulações para a cadeia desverticalizada do algodão, considerando um preço de compra óleo vegetal igual a R\$1,19 por litro.

Tabela 74: Resultados para a cadeia desverticalizada do algodão

Custos	R\$
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$ 1,71
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$ 2,00

Comparando-se os resultados da simulação com o obtido no leilão, verifica-se que a produção de biodiesel a partir de óleo de algodão é economicamente viável em 4 dos 4 cenários simulados.

8.2. Análise dos Resultados da Simulação

A Tabela 75 apresenta a síntese dos resultados da simulação para as cadeias verticalizada, semi-verticalizada e desverticalizada do dendê, mamona, soja e algodão. São mostrados os custos mínimo, médio e máximo do biodiesel na base obtidos nas simulações para os três diferentes níveis de verticalização.

Tabela 75: Síntese de resultados – Custo do litro do biodiesel na base

Oleaginosa de origem	Verticalizada			Semi-verticalizada			Desverticalizada
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo	Médio
Dendê	R\$1,29	R\$1,60	R\$1,99	R\$1,44	R\$1,60	R\$1,77	R\$2,12
Soja	R\$1,53	R\$1,74	R\$2,03	R\$1,52	R\$1,58	R\$1,66	R\$1,81
Mamona	R\$0,49	R\$1,92	R\$4,65	R\$1,68	R\$2,09	R\$2,71	R\$2,52
Algodão	-----	-----	-----	R\$1,49	R\$1,65	R\$1,87	R\$2,00

Verifica-se que o custo médio do biodiesel na base é menor ou igual ao menor preço FOB obtido nos leilões de biodiesel (R\$1,74 por litro) para as cadeias verticalizada e semi-verticalizada do dendê e da soja e para a cadeia semi-verticalizada do algodão. Isto mostra a competitividade das cadeias produtivas das oleaginosas na Bahia, uma vez que foram comparados os custos simulados na base e o preço na fábrica obtido no leilão.

Formação do Custo do Biodiesel

As principais variáveis para a formação do custo do biodiesel são os insumos do processo (óleo vegetal + álcool), os custos de produção e os impostos, que compõem o custo final do litro do biocombustível da seguinte maneira:

- Cerca de 19 centavos correspondem aos custos operacionais da usina.
- Cerca de 20 centavos são relativos ao ICMS na base de distribuição.
- Entre 0 a 22 centavos por litro de biodiesel são decorrentes de impostos para produção do biodiesel, dependendo da oleaginosa e da origem desta (agricultura familiar ou intensiva).

- Cerca de 8 centavos por litro correspondem ao custo com metanol, ou alternativamente, 13 centavos com etanol.
- Aos itens anteriores é acrescido o custo do óleo vegetal, que varia conforme a oleaginosa e o nível de verticalização da cadeia.

Sensibilidade dos Custos do Biodiesel

Os resultados da simulação foram obtidos com base nos dados da COPPE relativos ao cenário provável do biodiesel. Alternativamente, as simulações poderiam ser realizadas para os cenários pessimista e otimista, baseados nos dados de Jordão Filho (2004) e Dedini (2006b), respectivamente. Em relação à simulação inicial, isto ocasionaria um aumento de cerca de 13 centavos por litro de biodiesel no cenário pessimista e uma diminuição de 6 centavos por litro no cenário otimista.

É importante lembrar que, para composição dos cenários, foram expurgados os custos de Aquisição de terreno e Controle de qualidade do trabalho de Jordão Filho, de forma a uniformizar os critérios, pois os estudos da COPPE (2005) e da Dedini (2006b) não consideraram tais custos.

Efeito do grau de ociosidade no custo do biodiesel

Para avaliar o efeito do grau de ociosidade no preço do biodiesel, simulou-se para o cenário mais provável da cadeia totalmente verticalizada da soja um aumento e uma diminuição da ociosidade em relação à utilizada na simulação inicial (16,67% para a fábrica de óleo e 20% para a de biodiesel). Os resultados desta análise são apresentados na Tabela 76.

Tabela 76: Avaliação da ociosidade das fábricas de óleo de soja e biodiesel

Grau de ociosidade na fábrica de óleo	0%	16,67%	40%
Grau de ociosidade na fábrica de biodiesel	0%	20%	40%
Custo do óleo (R\$ /litro)	R\$0,93	R\$ 0,93	R\$0,95
Custo do biodiesel na fábrica (R\$ /litro)	R\$1,42	R\$ 1,45	R\$1,51
Custo do biodiesel na base (R\$ /litro)	R\$1,67	R\$ 1,70	R\$1,77

O grau de ociosidade influencia diretamente na remuneração dos investimentos, ou seja, uma maior ociosidade implica em maior custo por litro produzido. Os resultados obtidos indicam uma variação importante no custo final do biocombustível devido à ociosidade das fábricas de óleo e biodiesel. Isto reforça as vantagens que uma fábrica de biodiesel multi-óleo pode trazer na época

de entressafra de uma oleaginosa, pois, neste caso, a demanda da fábrica poderia ser suprida por óleo proveniente de uma oleaginosa que estivesse na safra, conforme apresentado na Tabela 77.

Tabela 77: Período de safra das oleaginosas analisadas

Oleaginosa	Período de Safra
Dendê	De Junho a Novembro
Soja	De Fevereiro a Abril
Mamona	De Julho a Outubro
Algodão	De Março a Junho

Desoneração Tributária

Para avaliar o efeito da carga tributária sobre o custo do biodiesel, simulou-se uma desoneração total de PIS/PASEP, COFINS, CIDE, IPI e ICMS para diferentes cenários das cadeias produtivas das oleaginosas analisadas. Os resultados são apresentados na Tabela 78.

Tabela 78: Efeito da desoneração tributária no custo do litro de biodiesel na base

Oleaginosa	Cadeia simulada	Custo do biodiesel na base		Variação
		Sem desoneração	Com desoneração	
Dendê	Verticalizada/ Provável	R\$ 1,57	R\$ 1,25	20,38%
Soja	Verticalizada/ Provável	R\$ 1,70	R\$ 1,23	27,65%
Mamona	Semi-verticalizada/ Provável	R\$ 1,87	R\$ 1,60	14,44%
Algodão	Desverticalizada/ Provável	R\$ 2,00	R\$ 1,49	25,50%

A desoneração tributária provocou uma redução de 32 centavos por litro no custo do biodiesel de dendê na base, de 47 centavos por litro no caso da soja, de 51 centavos no caso do algodão e de 27 centavos no caso da mamona.

Como a cadeia da mamona para a agricultura familiar já é parcialmente desonerada, a diferença no custo do biodiesel na base deve-se somente à isenção de ICMS. Desta forma, nota-se que, apesar da isenção dos impostos federais, a alíquota do imposto estadual onera bastante o custo final do biodiesel.

Para todos os casos, fica claro que a carga tributária pode determinar a viabilidade da produção de biodiesel.

Mercado Internacional

Em relação às cotações internacionais, a Figura 25 apresenta a evolução dos preços do biodiesel na refinaria na Alemanha.

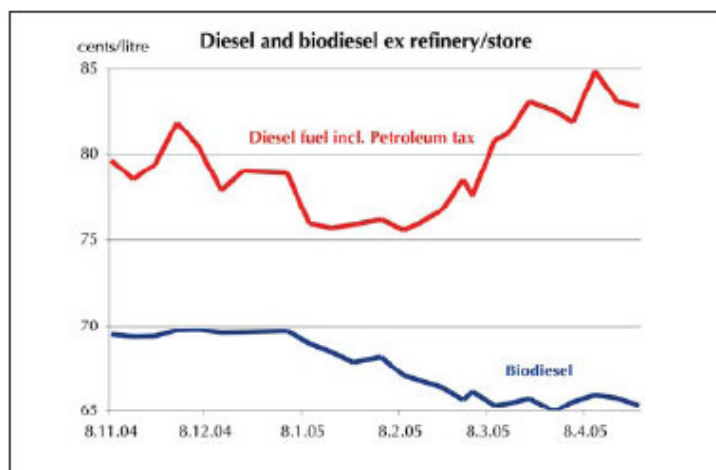


Figura 25: Preços de biodiesel na Alemanha. Fonte: Bockey e von Schenck (2006)

Pela Figura 25 pode-se perceber que o preço do biodiesel na fábrica variou entre 65 e 70 centavos de euro por litro. Considerando uma cotação de R\$2,80 por euro, estes preços equivalem a R\$1,82 e R\$1,96 por litro. Como o critério de viabilidade adotado neste estudo foi a comparação com o menor preço obtido nos quatro leilões de biodiesel (R\$1,74 por litro), todos cenários considerados viáveis se encontram abaixo desta faixa de preço.

8.3.

Área necessária para atender à demanda de biodiesel

Para se avaliar as necessidades agrícolas geradas Lei nº. 11.097 é necessário que se faça uma análise das tendências do mercado de óleo diesel. De acordo com cálculos do governo federal, prevê-se uma demanda brasileira de 800 milhões de litros de biodiesel em 2008 (2% de um consumo previsto de 40 bilhões de litros de diesel). A partir de 2013 o percentual de mistura se eleva para 5%, o que geraria uma demanda de 2 bilhões de litros de biodiesel, se o cálculo fosse feito sobre o mesmo consumo previsto de 40 bilhões de litros de diesel. No entanto, para determinar a demanda de B5 é importante considerar a expansão do mercado consumidor de diesel.

De acordo com Tavares (2005), o Grupo de Estudos de Matriz Energética do Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ elaborou um estudo de mercado nacional de derivados até 2015 que segue a base metodológica de

formação de cenários macro-setoriais. Dois tipos de cenários macro-setoriais foram considerados: “Base de Mercado” e “Alternativo”.

O cenário base de mercado guarda características de um cenário tendencial, isto é, não considera, no período focado, maiores transformações qualitativas na trajetória produtiva do país, além daquelas já delineadas nos últimos anos. Isto significa que as mudanças na economia brasileira como, por exemplo, a incorporação de progresso técnico e as alterações na estrutura produtiva ocorrem, em geral, num ritmo razoavelmente cadenciado, compatível com o da última década, embora as taxas de crescimento macroeconômicas esperadas sejam superiores a taxa real média do passado recente.

Já o cenário alternativo caracteriza-se por maiores transformações qualitativas na trajetória produtiva do país, de tal forma que o ritmo de incorporação de progresso técnico e de alterações na estrutura produtiva em direção a segmentos de maior valor agregado e de menores coeficientes de intensidade energética e de impactos ambientais é, progressivamente, acelerado. Não obstante, tais mudanças só começam a se mostrar mais significativas no médio prazo (a partir de 2010). Em relação à composição do cenário alternativo, alguns estudos permitiram a caracterização e a avaliação das perspectivas de evolução de diferentes setores da economia brasileira: agropecuário, extração mineral (exceto combustíveis), extração de petróleo e gás, indústria de transformação, serviços de utilidade pública, construção civil e serviços (inclusive transportes).

A Tabela 79 apresenta as taxas de crescimento da demanda de óleo diesel no Brasil apresentadas por Tavares (2005) para os cenários “Base” e “Alternativo”.

Tabela 79: Taxas de crescimento da demanda de diesel (% a.a). Fonte: Tavares (2005)

	Período		
	2002-2005	2005-2010	2010-2015
Cenário Base	1,51	2,97	2,27
Cenário Alternativo	1,96	2,54	1,50

A Tabela 80 mostra as demandas de diesel no Brasil estimadas por Tavares (2005) para os anos de 2010 e 2015.

Tabela 80: Demanda projetada de óleo diesel (bilhões de litros). Fonte: Tavares (2005)

	Ano		
	2002	2010	2015
Cenário Base	38,62	46,76	52,30
Cenário Alternativo	38,62	46,40	49,99

De acordo com as demandas projetadas apresentadas na Tabela 80 e com as taxas de crescimento apresentadas na Tabela 79, foi possível fazer uma previsão do consumo de diesel em 2013. Estima-se uma demanda de 50,01 bilhões de litros no cenário “Base” e de 49,64 bilhões de litros no cenário alternativo. Assim, para a estimativa das necessidades de área agrícola em 2013, considera-se uma demanda aproximada de 50 bilhões de litros de diesel por ano.

De acordo com dados da ANP, a participação Nordestina no consumo nacional de diesel é de cerca de 15%. A demanda da Bahia equivale a cerca de 5% do mercado nacional, o que corresponde a 35% da demanda do Nordeste. Neste contexto, a Tabela 81 apresenta as demandas brasileira, nordestina e baiana de biodiesel, previstas para 2008 e 2013.

Tabela 81: Demanda de biodiesel (milhões de litros)

	Brasil	Nordeste	Bahia
B2 em 2008	800	115	41
B5 em 2013	2.500	375	129

Como a proporção de produção do biodiesel a partir de óleos vegetais é de aproximadamente 1:1, os valores mostrados na Tabela 81 correspondem também à demanda por óleos vegetais. A Tabela 82 apresenta a área necessária para as oleaginosas analisadas, supondo que cada demanda de biodiesel apresentada na Tabela 81 fosse atendida a partir de uma única oleaginosa. A determinação destes valores foi baseada nas produtividades e teores de óleo adotados para o cenário provável da simulação. No caso da mamona, a produtividade refere-se ao plantio não consorciado.

Tabela 82: Área necessária para atender à demanda de biodiesel (mil hectares)

	Brasil		Nordeste		Bahia	
	B2	B5	B2	B5	B2	B5
Dendê	165	520	24	77	8	27
Soja	1.600	5.000	230	751	82	258
Mamona	1.240	3.900	178	581	64	200
Algodão	3.560	11.100	511	1.667	182	572

Pela área cultivável brasileira atual, a soja é a oleaginosa de maior oferta e, portanto, se apresenta como a melhor opção para a produção de biodiesel em curto prazo. Na Bahia, a área plantada é de 870 mil ha, que é suficiente para atender a 50% da demanda brasileira para B2 em 2008. Além disto, a capacidade de extração no oeste baiano é de cerca de 400 milhões de litros de óleo/ano, o que é suficiente para atender a 50% da demanda brasileira de B2 em 2008.

A área colhida em 2004 de mamona (172 mil ha) e algodão (233,1 mil ha) seria suficiente para que cada uma destas oleaginosas atendesse apenas à demanda baiana de B2. Por fim, a área disponível de dendê da espécie *Tenera* (5.600 ha) não é suficiente para atender nem mesmo à demanda da Bahia. No entanto, foram distribuídas mudas aos produtores, que gerariam mais 2.400 ha novos de dendê, totalizando os 8.000 ha necessários para atender à demanda baiana de B2.

8.4.

Análise do Mercado de Óleos Vegetais

De acordo com Bouças (2006), a onda global de investimentos na produção de biocombustíveis a partir de matérias-primas vegetais já começou a modificar significativamente o perfil das exportações brasileiras de óleo de soja. Segundo dados da SECEX, impulsionados pela demanda para a fabricação de biodiesel, os embarques do óleo de soja refinado no primeiro semestre de 2006 superaram em 24% as exportações no mesmo período de 2005.

No mercado internacional, os preços deste óleo também já começam a sofrer mais influência do petróleo do que das tradicionais variações mais relacionadas aos preços do grão e do farelo. Assim, o óleo vegetal poderá se tornar uma *commodity* energética passando a acompanhar a tendência de preços do petróleo.

Mesmo com esta previsão de mudança no comportamento deste mercado, é importante analisar o comportamento histórico dos óleos vegetais, já que este é o principal insumo para a produção de biodiesel.

Desta forma, a Figura 26 apresenta a evolução dos preços dos óleos de soja e algodão em Chicago (EUA).

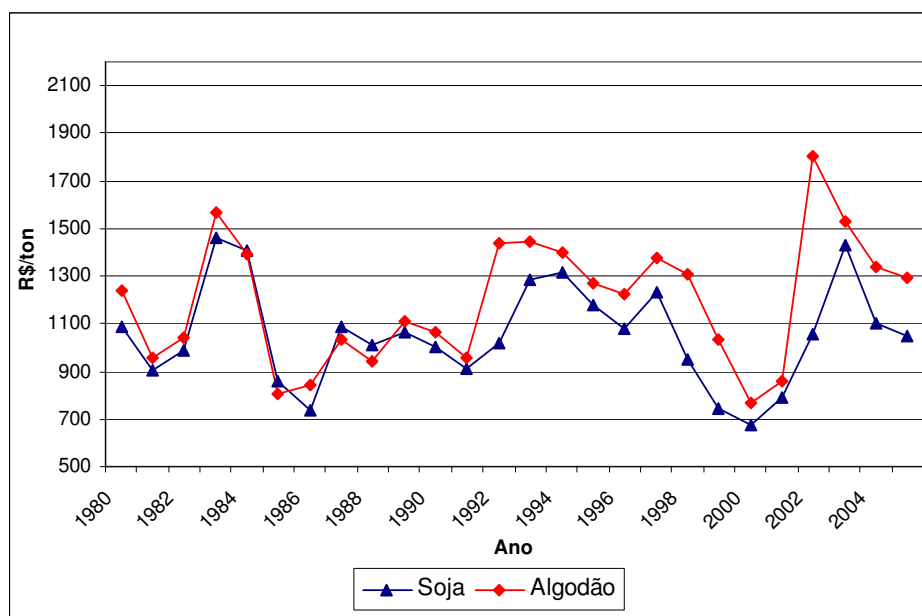


Figura 26: Evolução dos preços de óleos vegetais nos EUA. Baseado em ERS (2006)

A Tabela 83 mostra o preço médio dos óleos, o desvio-padrão e o preço ponderado no período de 1980 a 2004 nos Estados Unidos. A média ponderada foi calculada atribuindo-se um maior peso às cotações mais recentes em relação às cotações mais antigas. Assim a cotação de 1980 tem peso 1, enquanto a cotação de 2004 tem peso 25.

Tabela 83: Média e desvio-padrão de preços de óleos vegetais nos EUA (R\$/ton)

	Soja	Algodão
Média	1.054,60	1.190,13
Desvio Padrão	216,47	269,51
Média Ponderada	1.046,99	1.228,45

Verifica-se que o óleo de soja tem um menor preço médio, um menor desvio-padrão e a menor média ponderada de preços. Além disso, os valores da safra 2005/2006 do óleo de algodão são bastante superiores aos do óleo de soja.

A Figura 27 apresenta a comparação da evolução dos preços de óleos de palma (dendê) e de soja na Europa Ocidental. A tabela foi elaborada a partir de dados da Uniamérica Online, que cita dados do *Oil World*.

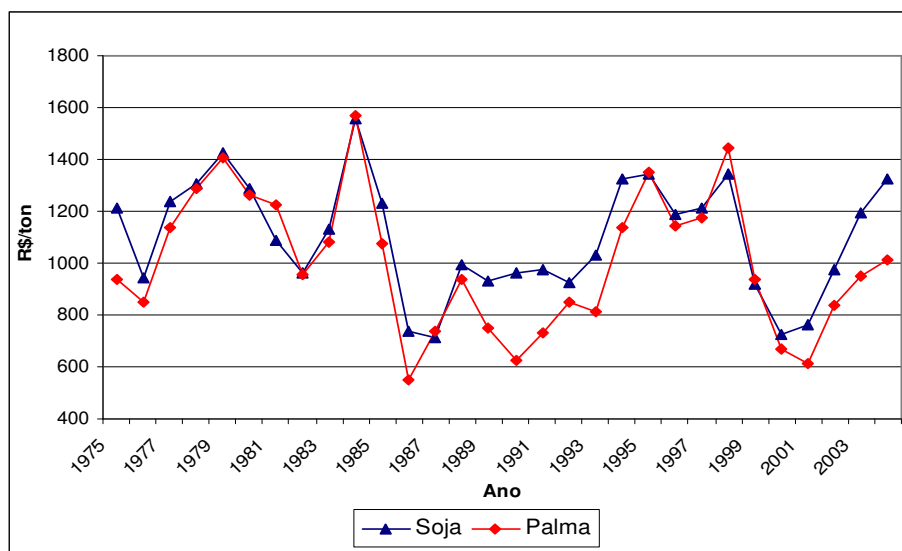


Figura 27: Preços de óleos vegetais na Europa. Baseado em Uniamérica Online (2006)

Para efeito de comparação com os dados do mercado dos EUA, foram feitas estatísticas utilizando-se os preços entre os anos de 1980 e 2004. Os resultados são apresentados na Tabela 84.

Tabela 84: Média e desvio-padrão de preços de óleos vegetais na Europa (R\$/ton)

	Palma	Soja
Média	977,23	1.073,49
Desvio Padrão	268,49	224,47
Média Ponderada	951,76	1.068,95

Apesar dos dados do mercado europeu não poderem ser diretamente comparados ao mercado norte-americano, verificou-se que o óleo vegetal com menor cotação histórica é o óleo de palma, seguido pelo óleo de soja.

De acordo com as cotações de preços de óleo de mamona em Roterdã apresentadas na Figura 22, o preço médio do óleo de mamona entre 1986 a 2004 foi de R\$1.905,43 por tonelada. Este preço é bastante superior ao dos demais óleos.

A Tabela 85 apresenta a produção mundial de diversos óleos vegetais, em milhões de toneladas. A tabela foi elaborada a partir do relatório do ano de 2006 da ERS. A produção mundial de óleo de mamona foi de aproximadamente 1,2 milhões de toneladas.

Tabela 85: Produção mundial de óleos vegetais. Fonte: ERS (2006)

Ano	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05 (1)	2005/06 (2)
Produção	Milhões de toneladas				
Soja	28,92	30,55	29,85	32,29	33,87
Palma	25,44	27,78	29,70	34,03	34,80
Girassol	7,48	8,25	9,26	9,21	10,46
Colza	13,06	12,25	14,20	15,71	16,59
Algodão	3,82	3,51	3,84	4,76	4,67
Amendoim	5,12	4,56	4,95	4,96	4,93
Coco	3,21	3,17	3,25	3,27	3,27
Oliva	2,75	2,51	3,00	2,74	2,28
Palmiste	3,12	3,36	3,67	4,10	4,20
Total	92,92	95,94	101,70	111,07	115,06

(1) Dados preliminares; (2) Estimativa.

Os óleos de palma e de soja destacam-se em nível mundial não somente pelos seus preços competitivos, mas também pela grande oferta – somados eles respondem por quase 60 % da produção mundial de óleos vegetais.

Assim, em função dos preços e da oferta de matéria-prima, o óleo de palma apresenta-se como matéria-prima por excelência para a produção do biodiesel, havendo ainda uma boa competitividade do óleo de soja. Os preços médios praticados do óleo de algodão (R\$1.193,99 por tonelada) e a oferta considerável deste óleo colocam-no como uma opção de fornecimento, porém menos atraente que os óleos de palma e de soja. O óleo de mamona tem apresentado preços muito superiores aos demais, além de ter uma oferta bastante reduzida, o que o torna, no momento, em uma opção anti-econômica para produção de biodiesel em nível mundial.

Outra consideração a fazer é que, conforme apresentado na Figura 28, o mercado já apresenta uma diferenciação de preços para óleo alimentar e não alimentar. O preço dos óleos para a cadeia não alimentar tem se mostrado significativamente menores que os da cadeia alimentar. Para um programa de biodiesel, essa diferenciação tende a diminuir bastante o custo final do biocombustível. Dessa forma, cabe considerar que as simulações apresentadas neste trabalho foram conservadoras ao adotar preços da cadeia alimentar dos diferentes óleos vegetais.

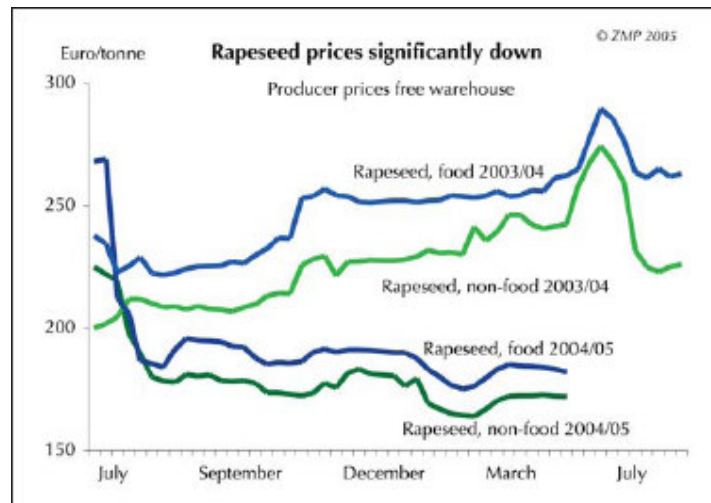


Figura 28: Preços de óleo de canola na Alemanha. Fonte: Bockey e von Schenck (2006)

O óleo produzido a partir de soja transgênica seria uma opção de redução de custos, já que não se destina ao mercado alimentar.

9 Conclusões

Adotando-se como critério de viabilidade a comparação com o menor preço FOB obtido nos quatro leilões realizados no Brasil (R\$1,74 por litro), o biodiesel mostrou-se economicamente viável em 12 dos 13 cenários simulados para o dendê; 13 dos 13 cenários simulados para a soja; 12 dos 22 cenários simulados para a mamona e 4 dos 4 cenários simulados para o algodão. Assim, os resultados apontam para uma grande competitividade da produção de biodiesel na Bahia.

Ressalta-se, contudo, que no caso da mamona, a produção de biodiesel só foi viável para o plantio consorciado, pois é a receita do feijão que melhor remunera o agricultor. O alto preço do óleo de mamona explica a falta de competitividade das cadeias semi-verticalizada e desverticalizada desta oleaginosa, pois o custo de esmagamento do óleo é bastante elevado em função da alta ociosidade e dos elevados investimentos das fábricas. Como a cotação do óleo de mamona é alta, as margens do produtor são suficientes para cobrir os investimentos e os custos decorrentes da ociosidade. No entanto, caso o destino do óleo seja a produção de biodiesel, este custo impacta bastante o produto final. Conclui-se, então, que a produção de mamona poderia focar-se na comercialização de óleo bruto, pois há uma ampla gama de produtos industriais produzidos a partir deste óleo. Os altos níveis de quebra de safra decorrentes da desorganização e inadequação dos sistemas de produção vigentes e o baixo nível de associativismo dos produtores são os principais problemas desta cadeia.

A utilização do algodão para produção de biodiesel provavelmente dependerá da demanda da indústria têxtil pela fibra, já que a semente é apenas um co-produto do algodão. O biodiesel não será capaz de inverter essa situação, porque a porcentagem de óleo em sua semente é muito baixa com relação às outras oleaginosas. É importante salientar que a tecnologia agrícola existente hoje, reforça a redução do caroço e o aumento da quantidade de plumas.

Em relação ao dendê, apesar dos estudos realizados revelarem um bom desempenho desta cadeia produtiva, a questão da acidez do óleo deve ter uma

atenção especial. Este problema pode ser atenuado através de uma capacitação logística local, diminuindo o tempo entre a colheita e o processamento dos cachos de dendê. Outra questão a ser destacada é que o estudo da cadeia agrícola considerou o uso da espécie *Tenera* e condições adequadas de trato cultural. Todavia estas 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 necessário 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.

A soja é uma excelente opção para a produção de biodiesel visto que o preço do óleo a granel é reduzido se comparado aos óleos das demais oleaginosas avaliadas. Além disso, os custos industriais são baixos e o farelo (co-produto da extração do óleo) possui alto valor de mercado.

Deve-se lembrar que o presente estudo não considerou a questão de incentivos fiscais adicionais. Nas simulações aqui apresentadas, a fábrica de biodiesel foi localizada no Recôncavo Baiano pelo fato dela ser multi-óleo e, portanto, a matéria-prima poderia advir de diversas regiões, o que favorece a localização próxima ao centro de consumo e mistura ao biodiesel. Além disso, como a rota considerada foi a metílica e a única empresa produtora de metanol está localizada no Recôncavo, a proximidade a este fornecedor também é um importante fator na determinação da localização da fábrica. Todavia, incentivos fiscais podem viabilizar a instalação da usina em outras regiões. De qualquer forma, os resultados obtidos indicaram uma variação importante no custo final do biocombustível devido à ociosidade das fábricas de óleo e biodiesel, o que reforça as vantagens que uma fábrica de biodiesel multi-óleo pode trazer na época de entressafra de uma oleaginosa.

Por fim, conclui-se 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 ao diesel de petróleo, além de permitir as margens adequadas para os produtores e industriais. Segundo Bockey e von Schenck (2006), o preço de produção do biodiesel na Alemanha variou entre R\$1,82 e R\$1,96 (preços na usina) entre 2004 e 2005. Considerando-se a desoneração total de impostos, obteve-se, em alguns cenários simulados, custos competitivos em nível

internacional para o biodiesel produzido a partir de todas as oleaginosas analisadas.

Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se a análise de outras oleaginosas na Bahia, como o pinhão manso, que de acordo com especialistas, vem se mostrando uma excelente alternativa para a fabricação de biodiesel. Esta oleaginosa não foi incluída neste estudo, por ainda não haver um histórico de produtividades e custos de plantio comercial na Bahia que permitam a realização de um estudo de viabilidade econômica.

Por fim, sugere-se a aplicação do modelo à outros estados e a análise de outras matérias-primas para a produção de biodiesel, como gorduras animais e óleos e gorduras residuais.

Referências Bibliográficas

ABIOVE (2006) - Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais. Exportações do Complexo Soja. Disponível em <http://www.abiove.com.br/export.html>. Acesso em março de 2006.

ABOISSA (2005). Disponível em <http://www.aboissa.com.br/mamona/index.htm>. Acesso em julho de 2005.

AGROBYTE (2005). Disponível em http://www.agrobyte.com.br/custo_de_produ%C3%A7%C3%A3o.htm. Acesso em março de 2006.

AGRO CARGILL (2005). *Safrinha ajuda a controlar pragas e pode trazer bons retornos financeiros*. Ano VIII, n. 32, novembro/ dezembro de 2005/ janeiro de 2006.

AMBIENTE BRASIL (2006). Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./educacao/index.php3&conteudo=./educacao/fruto.html>. Acesso em janeiro de 2006.

AQUINO, D. F. – CONAB (2006). *Algodão: Proposta de preços mínimos – Safra 2005/2006*. Disponível em <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em março de 2006.

BAHIA INVEST (2005). Disponível em <http://www.bahiainvest.com.br>. Acesso em julho de 2005.

BIODIESELBR (2005). Disponível em <http://www.BiodieselBr.com/>. Acesso em março de 2006.

BIODIESELBR (2006). Disponível em <http://www.BiodieselBr.com/biodiesel/leilao/leilao-biodiesel.htm>. Acesso em julho de 2006.

BIODIESELECOOLEO (2005). *Empresas firmam contratos com o governo para fornecer biodiesel à Petrobras*. Disponível em <http://www.biodieselecooleo.com.br/noticias/modules.php?name=News&file=article&sid=1090>. Acesso em janeiro de 2006.

BOCKEY, D.; VON SCHENCK, W. *Biodiesel Production and Marketing in Germany 2005*. UFOP - Union zur Förderung von Oel - und Proteinpflanzen (2006).

BOUÇAS, C. *Biodiesel impulsiona óleo de soja refinado*. Publicado no Jornal Valor Econômico em 17/06/2006.

BUNGE (2004). Disponível em www.bunge.com.br/download/fatos/bunge_fato_22062004.pdf. Acesso em março de 2006.

CAMPOS, I. *Biodiesel e Biomassa: duas fontes para o Brasil*, Revista Eco 21, Ano XIII, Edição 80, Julho.2003. Disponível em <http://www.eco21.com.br>. Acesso em 12.08.2005 às 19:20h.

CARVALHO, B. C. L. *Manual de Cultivo da Mamona*, Salvador EBDA, 2005.

CEPEA/ ESALQ. *Agromensal – ESALQ/ BM&F* (agosto de 2004). Disponível em http://www.cepea.esalq.usp.br/agromensal/2004/08_agosto/Soja.htm. Acesso em março de 2006.

CLERY, P. *Green fuels challenge: submission for biodiesel and bioethanol*. BABFO *British Association of Bio Fuels and Oils*, 2001. Disponível em www.biodiesel.co.uk. Acesso novembro de 2005.

CONAB (2005). Custos de Produção – Safra de Verão 2005/ 2006. Disponível em <http://www.conab.gov.br/download/safra/CustodeProducao-SafradeVerao.pdf>. Acesso em março de 2006.

COSENZA, C. A. N. - COPPE (2004). Estudo de Localização de Pólos de Produção de Biodiesel no Semi-árido Nordestino.

CRIAR e PLANTAR (2005a). Disponível em <http://www.criareplantar.com.br/agricultura/soja/soja.php?tipoConteudo=texto&idConteudo=1428>. Acesso em agosto de 2005.

CRIAR e PLANTAR (2005b). Disponível em <http://www.criareplantar.com.br/agricultura/mamona/mamona.php?tipoConteudo=texto&idConteudo=1348>. Acesso em agosto de 2005.

CRIAR e PLANTAR (2005c). Disponível em <http://www.criareplantar.com.br/agricultura/algodao/index.php>. Acesso em agosto de 2005.

DE PAULA, R. S.; FAVERET FILHO, P. (BNDES, 1998). *Panorama do Complexo Soja*. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set804.pdf>. Acesso em março de 2006.

DEDINI (2006a). Apresentação do I Simpósio do Agronegócio de Plantas Oleaginosas. Disponível em <http://www.ciagri.usp.br/~simpol/downloads/14%20DEDINI.pdf#search=%22DEDINI%20biodiesel%20pdf%22>. Acesso em julho de 2006.

DEDINI (2006b). Apresentação do Seminário: Investimentos em Biodiesel. Disponível em http://www.bndes.gov.br/conhecimento/seminario/Biodiesel_DEDINI.pdf. Acesso em abril de 2006.

DORNELES, R. (MME). Palestra de Apresentação do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (março de 2005). Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br/rede.html>. Acesso em dezembro de 2005.

EMBRAPA (2005). Disponível em http://www21.sede.embrapa.br/noticias/banco_de_noticias/2005/folder.2005-0214.3069498280/noticia.2005-02-23.3626699173/mostra_noticia. Acesso em agosto de 2005.

EMBRAPA ALGODÃO (2003). Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona/index.htm>. Acesso em maio de 2006.

EMBRAPA ALGODÃO (2005a). Disponível em <http://www.cnpa.embrapa.br/mamona/sistemaproducaomamona.htm>. Acesso em agosto/2005.

EMBRAPA ALGODÃO (2005b). Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/>. Acesso em fevereiro de 2006.

EMBRAPA AMAZÔNICA OCIDENTAL. Disponível em <http://www.cpaa.embrapa.br/produto/dende/>. Acesso em junho de 2005.

EMBRAPA SOJA (2005). *Sistemas de Produção 6: Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil – 2005*. ISSN 1677 – 8499. Outubro de 2004. Disponível em http://www.cnpso.embrapa.br/download/publicacao/central_2005.pdf. Acesso em fevereiro de 2006.

ERS - *Economic Research Service* (2006). *Oil Crops Yearbook* - Relatório de 2006.

GLOBO ONLINE. Leilão da ANP comercializa 70 milhões de litros de biodiesel (23/11/2005). Disponível em <http://oglobo.globo.com/petroleo/materias/189277465.asp>. Acesso em janeiro de 2006.

GRANOL (2005). Disponível em <http://www.granol.com.br/FOLDER.pdf>. Acesso em março de 2006.

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

JORDÃO FILHO, W. Implementação de negócios de biodiesel no Brasil: Estudo de viabilidade técnica e financeira preliminar, 2004.

LAZZARINI, S. G. (PENSA/USP); NUNES, R. (FIPE - Agrícola e PENSA/USP). *Competitividade do Sistema Agroindustrial da Soja*. São Paulo: 1998. Disponível em http://www.fundacaofia.com.br/pensa/pdf/relatorios/ipea/vol_v_soja.pdf. Acesso em março de 2006.

MACÊDO, M. H. G. – CONAB (2006). *Análise do mercado de mamona – Período de 02 a 05/05/2006*. Disponível em <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em março de 2006.

MB do Brasil (2006). Disponível em <http://www.mbdobrasil.com.br/html/modules.php?name=News&file=article&sid=936>. Acesso em janeiro/2006.

MCT – Ministério de Ciência e tecnologia. Lei Nº. 11.097, de 13.01.2005. Disponível em http://www.mct.gov.br/legis/leis/11097_2005.htm. Acesso em 15.07.2005 às 8:15h.

MEDEIROS, L. *Comparativo de custos de produção entre a soja convencional e a soja transgênica na safra 2002/2003 - Rio Grande do Sul*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS): Núcleo de Estudos e Pesquisas em Contabilidade (NECON), 2004. Disponível em <http://www.ufrgs.br/necon/1%20Comparativo%20de%20custos%20-%20Lessandra%20Medeiros.pdf>. Acesso em março de 2006.

MEIRELLES, F.S. Biodiesel. *Informe Departamento Econômico FAESP*, n. 67, Outubro 2003. Disponível em <http://www.faespsenar.com.br/faesp/economico/EstArtigos/biodiesel.pdf>. Acesso em 20.06.2005 às 10:20h.

MENON, A; BHARADWAJ, S.G.; ADIDAM, P.T.; EDILSON, S.W. *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 VIII, Edição 47, Dezembro 2004/ Janeiro 2005. Disponível em http://ecen.com/eee47/eee47p/alcoool_commodity.htm. Acesso em 18.10.2005 às 16:20h.

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

PEIXOTO, C. R. Comunicação - A cultura da soja na Bahia: da defesa ao ataque. *Revista Bahia Agrícola*, v.7, n.1, pp 11-14, setembro de 2005.

PETROBRÁS. PROGER - Programa Tecnológico de Energias Renováveis. Disponível em http://www2.petrobras.com.br/tecnologia/portugues/programas_tecnologicos/proger.stm. Acesso em 12.06.2005 às 20:14h.

PIRES, M. M.; ALVES, J. M.; ALMEIDA NETO, J. A.; ALMEIDA, C. M.; SOUSA, G. S.; CRUZ, R. S.; MONTEIRO, R.; LOPES, B. S.; ROBRA, S (2004). *Biodiesel de Mamona: Uma Avaliação Econômica*. Disponível em www.redebaianadebiocombustiveis.ba.gov.br/arquivo/164.pdf. Acesso em dezembro de 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 abril de 2005.

PUKASIEWICZ, S. R. M.; OLIVEIRA, L. I.; PILATTI, L. A., (CEFET-PR) - 2004. *Estudo de caso: gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma indústria processadora de soja*. Disponível em <http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/Ebook/ARTIGOS/64.pdf>. Acesso em março de 2006.

RECEITA FEDERAL (2006). Disponível em <http://www.receita.fazenda.gov.br/Aliquotas/ContribPj.htm>. Acesso em julho de 2006.

ROCHA, H. M. (SEAGRI-BA). A Produção de Oleaginosas na Bahia e sua Inserção no Programa Biodiesel (Apresentação). Disponível em http://www.seagri.ba.gov.br/palestra_oleoginosas.pdf. Acesso em setembro/2005.

ROSTAND, R. (2006). *Energias Renováveis: o que são e por que utilizá-las*. Disponível em <http://www.aondevamos.eng.br/textos/texto08.htm>. Acesso em julho de 2006.

RUAS, J. F. – CONAB (2006). *Análise do mercado de feijão – Período de 17 a 21/04/2006*. Disponível em <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em março de 2006.

SAMANEZ, C. P. *Matemática Financeira: Aplicações à Análise de Investimentos*. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

SANDE, L. (Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração da Bahia – SICM/BA). *Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Dendê no Baixo Sul da Bahia*, 2002.

SCHEIDT, P. (2005). *Carbono Brasil – Biodiesel*. Disponível em <http://www.carbonobrasil.com/textos.asp?tid=104&idioma=1>. Acesso em julho de 2006.

SEAGRI-BA - Secretaria de Agricultura (2005). Cultura do Dendê. Disponível em <http://www.bahia.ba.gov.br/seagri/Dende.htm#Aspectos%20Gerais>. Acesso em julho de 2005.

SEAGRI-BA (2006). Disponível em <http://www.seagri.ba.gov.br>. Acesso em março de 2006.

SOUZA, M. A. A. (ANP). 1º Seminário Módulo Tecnológico. Apresentado na primeira reunião da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (maio de 2005). Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br/rede.html>. Acesso em novembro de 2005.

STEENBLIK, R. *Liberalisation of Trade in Renewable Energy and Associated Technologies: Biodiesel, Solar Thermal and Geothermal Energy*. OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2006).

SUFRAMA/FGV (2003). Estudo de viabilidade econômica: Dendê. Disponível em www.suframa.gov.br. Acesso em junho de 2005.

TAVARES, C. E. C. (CONAB). *Fatores Críticos à Competitividade da Soja no Paraná e no Mato Grosso* (2004). Disponível em www.conab.gov.br/download/cas/especiais/Trabalho%20sobre%20Competitividade%20Soja%20MT%20e%20PR.pdf. Acesso em março de 2006.

TAVARES, E. E. M. *Análise do Refino no Brasil: Estado e Perspectivas - Uma Análise "Cross-Section"*. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

UNIAMÉRICA ONLINE (2006). *Annual Average Prices of Selected Oils and Fats: 1975 – 2004*. Disponível em http://www.uniamericabrasil.com.br/portugues/estatisticas_6.php. Acesso em 14 de maio de 2006.

VALE VERDE (Associação de defesa do Meio Ambiente). Embrapa discute viabilidade do dendê no Brasil - AmbienteBrasil - 27/06/05. Disponível em <http://www.valeverde.org.br/html/clipp2.php?id=2950&categoria=Agricultura>. Acesso em dezembro de 2005.

VON LAMPE, W. *Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels*. OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2006).

WIKIPÉDIA - A enciclopédia livre. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/>. Acesso em julho de 2006.

YIN, R. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. São Paulo: Bookman, 3ª ed, 2005.

Apêndice I: Lista de Entrevistados

Este apêndice apresenta a lista de entrevistados componentes da amostra utilizada na pesquisa. As tabelas a seguir estão separadas por atuação do entrevistado em cada elo da cadeia produtiva.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Tabela 86: Entrevistados atuantes na produção e/ ou pesquisas sobre oleaginosas

Nome do Entrevistado	Empresa/ Órgão	Função
Douglas	Óleos de Palma S/A.	Engenheiro
Márcio	Óleos de Palma S/A.	Encarregado da Plantação
Valdeni Pereira de Oliveira	DENBAL – Dendê da Bahia Ltda.	Sócio Gerente
Benedito Carvalho	EBDA	Pesquisador
Hermínio Maia Rocha	Secretaria de Agricultura Irrigação e Reforma Agrária da Bahia (SEAGRI-BA)	Diretor de Desenvolvimento da Agricultura
João Aurélio Soares Viana		Superintendente de Política do Agronegócio
Ito Meireles	Associação dos Municípios do Baixo Sul (AMUBS)	Presidente da AMUBS e Prefeito de Taperoá
José Maria de Albuquerque Jr.	Prefeitura Municipal de Barreiras	Assessor de Planejamento
Luiz Olavo Nascimento	Prefeitura Municipal de Luís Eduardo Magalhães	Assessor Especial

EXTRAÇÃO DE ÓLEO

Tabela 87: Entrevistados atuantes na produção de óleo vegetal

Nome do Entrevistado	Empresa/ Órgão	Função
Higino Estevão dos Santos	OLDESA – Óleo de Dendê Ltda.	Diretor Presidente
Jarbas Lima de Araújo Filho	Óleos de Palma S/A.	Diretor
Valdemar Adolfo da Silva	Braswey S.A Indústria e Comércio	Gerente Geral
Olavo Pereira de Sena Neto		Supervisor de Produção
Adrian E. N. Y. Gouw	BOM – Brasil Óleo de Mamona Ltda.	Gerente Comercial
Urs Adrian Hänzi		Diretor Gerente
Dagoberto Bernini	Cargill Complexo Soja	Gerente Regional
Almerano V. Rocha		Gerente Industrial
Luiz Xavier B. Filho	L. Xavier	Diretor
Eduardo Minoru Taji	Taji	Diretor
Gustavo Silva	BUNGE Alimentos	Engenheiro Chefe da Planra 1
Francis		Engenheiro Chefe da Planra 2

PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Tabela 88: Entrevistados atuantes na produção e/ ou pesquisas sobre biodiesel

Nome do Entrevistado	Empresa/ Órgão	Função
Carlos Nagib Khalil	PETROBRAS – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CENPES)	Consultor Sênior
John Kennedy de Oliveira	Metanor S.A	Engenheiro de Processo
Albertino Machado de Carvalho		Gerente Técnico
Jussara Calôba	PETROBRAS – Divisão de Gás & Energia (Desenvolvimento Energético)	
Luiz Carlos dos Anjos Freitas		
Ricardo Campos Mascarenhas		Coordenador
José Carlos Gameiro Miragaya		Gerente de Energia Renovável
Fernando Carrilho Junior		
Julio César Pinho		Analista de Comércio e Suprimento
Luiz Carlos dos Anjos Freitas		
Waldir Pepe	Confederação das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP)	Conselheiro do CIESP. Lidera um grupo de investidores em uma usina para a produção de biodiesel em Irecê (BA). A produção será verticalizada para o plantio e extração de óleo de mamona. A rota de produção será a etílica. É fabricante de máquinas: empresas HAD Acessórios e Equipamentos e Hytronic.

LOGÍSTICA E COMERCIALIZAÇÃO

Tabela 89: Entrevistados atuantes em logística e comercialização

Nome do Entrevistado	Empresa/ Órgão	Função
Benjamim Antonio de S. D. Fontes	Secretaria de Infra-Estrutura (SEINFRA) Superintendência de Transportes da Bahia (SUPET-BA)	Coordenador de Intermodalismo
Mateus da Cunha Dias		Gestor Governamental
Oswaldo Magalhães		
Paulo Cardoso Aguiar		Diretor de Logística de Transportes
Cássia Albuquerque	ALE Combustíveis S.A	Gerente de Suprimentos e Responsável pelo Biodiesel
Sérgio Presgrave		Diretor de Operações
André Oliveira	Soll Distribuidora de Petróleo Ltda.	Diretor Executivo

Apêndice II: Questionário aplicado para a Cadeia do Biodiesel



Obrigada por participar desta pesquisa. As informações fornecidas serão tratadas de forma confidencial e, caso sejam publicadas, o serão de forma genérica, mantendo a garantia sobre o anonimato de sua procedência. Uma cópia do relatório final poderá ser enviada à pessoa de contato ao término do estudo.

Para maiores informações, favor entrar em contato com:

Professor Silvio Hamacher

Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio

hamacher@vrad.puc-rio.br

Informações para contato:

Empresa	
Nome (contato)	
Cargo	
E-mail	
Telefone	
Data	
Entrevistador	
Deseja receber uma cópia do relatório final da pesquisa?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

Oleaginosa a ser considerada neste questionário:

☐ Dendê
 ☐ Mamona
 ☐ Soja
 ☐ Algodão
 ☐ Girassol

A partir desse ponto, por favor, responda as perguntas em relação a Oleaginosa escolhida

Seção A – Plantio + Colheita

1. Qual a área plantada?

Região	Área Plantada em 2005
Luís Eduardo Magalhães	_____ (hectares)
Barreiras	_____ (hectares)
_____	_____ (hectares)

2. Quais as produtividades mínima, média e máxima (em ton/ha)? Considere a possibilidade de uso de adubação, irrigação, sementes selecionadas ou qualquer combinação destes fatores.

Fatores Considerados						Produtividade (ton/ha)		
Plantio Consorciado?	Planta usada no consórcio	Densidade da Plantação	Adubação	Irrigação	Sementes Especificar	Mínima	Média	Máxima
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	_____	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____

3. Existem outros fatores que influenciam na produtividade que não são os três acima citados? Defina o grau de influência de acordo com a escala: 1= baixa influência 5= alta influência

Fatores	Escala				
Incidência de Pragas e Doenças	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Tratos Culturais	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Sistema de Plantio	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Adubação	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Luminosidade	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Distribuição de Chuvas	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
_____	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
_____	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

4. Por favor, complete a tabela com os seguintes dados: (I) eventuais fatores extras que influenciem na composição dos principais investimentos envolvidos no plantio na primeira coluna; (II) ordem crescente de importância dos fatores listados na primeira coluna, sendo o grau 1 atribuído ao mais importante, 2 ao segundo e assim sucessivamente; (III) quantificação, se possível, dos investimentos por hectare.

Fatores	Ranking	Quantificar (R\$/ha)
Aquisição de terreno		_____
Obras civis, instalações prediais		_____
Equipamentos, Ferramentas, Máquinas e veículos		_____
Outros Custos (ITR, Licenciamento Ambiental, Alvará etc)		_____
_____		_____
_____		_____

5. Por favor, defina a perecibilidade do fruto, grão ou baga, de acordo com a escala: 1 = baixa perecibilidade, 5 = alta perecibilidade.

Escala					
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> Resposta não possível

É possível quantificar? _____ (dias)

6. Qual o número médio de empregos gerados por hectare plantado? Considere o fato da agricultura ser familiar ou extensiva.

Agricultura Familiar: _____ Agricultura Extensiva: _____

7. Por favor, complete a tabela a seguir com os seguintes dados: (I) eventuais fatores extras que influenciem na composição dos custos envolvidos no plantio na primeira coluna; (II) ordem crescente de importância dos fatores listados na primeira coluna, sendo o grau 1 atribuído ao mais importante, 2 ao segundo e assim sucessivamente; (III) quantificação, se possível, dos custos por hectare.

Fatores	Ranking	Quantificar (R\$/ha)
Mão-de-obra com Tratos Culturais		_____
Mão-de-obra com Preparo da Área		_____
Despesas Administrativas		_____
Manutenção e Conservação		_____
Materiais e Insumos		_____
Combustível e Energia Elétrica		_____
Depreciação		_____
Impostos		_____
_____		_____

8. Por favor, complete a tabela abaixo com os principais riscos associados ao plantio e à colheita e seus respectivos graus, de acordo com a escala: 1 = baixo risco, 5 = alto risco.

Fatores	Escala				
Questões climáticas	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Falta de mão-de-obra	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Excesso de oferta da oleaginosa	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Falta de demanda da oleaginosa	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Isolamento logístico da região	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Falta de irrigação	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Pragas e doenças	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Sistema de colheita	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
_____	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Seção B – Extração de óleo

1. Por favor, defina a perecibilidade do óleo, de acordo com a escala: 1 = baixa perecibilidade, 5 = alta perecibilidade.

Escala					
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> Resposta não possível

É possível quantificar? _____ (dias)

2. Quais os co-produtos, o percentual obtido no processo e qual o preço médio de venda de cada um deles em R\$/ton?

Co-produtos	% Obtido	Preço (R\$/ton)
	_____	_____
	_____	_____

3. Por favor, complete a tabela abaixo com os principais fatores inibidores da extração de óleo e seus respectivos graus, de acordo com a escala: 1 = baixo, 5 = alto.

Fatores	Escala									
Mercado atraente para os grãos, fruto ou baga	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
Falta de mão-de-obra	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
Falta de demanda para o óleo	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
Isolamento logístico da região	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
Disponibilidade de matéria prima	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5

4. Qual o teor de óleo mínimo, médio e máximo contido no fruto, baga ou grão (em % do peso do fruto, baga ou grão)? Considere a possibilidade de uso de adubação, irrigação, sementes selecionadas ou qualquer combinação destes fatores.

Fatores Considerados			Teor de Óleo (%)		
Adubação	Irrigação	Sementes / especificar	Mínimo	Médio	Máximo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____	_____	_____	_____

Para responder as questões seguintes considere a seguinte classificação:

Definição do Porte da Usina:
Usina pequena: capacidade de produção (ton) entre _____ e _____.
Usina média: capacidade de produção (ton) entre _____ e _____.
Usina grande: capacidade de produção (ton) entre _____ e _____.

5. Qual o tempo (em meses) para a implantação de uma usina de esmagamento? Considere o porte da usina.

Tempo de Implantação		
Pequena	Média	Grande
_____ (meses)	_____ (meses)	_____ (meses)

6. Por favor, complete a tabela com os seguintes dados: (I) eventuais fatores extras que influenciem na composição dos principais investimentos (em R\$) envolvidos na implantação de uma usina de esmagamento na primeira coluna; (II) ordem crescente de importância dos fatores listados na primeira coluna, sendo o grau 1

atribuído ao mais importante, 2 ao segundo e assim sucessivamente; (III) quantificação, se possível, dos investimentos por hectare. Considere o porte da usina.

Fatores	Ranking	Porte da Usina		
		Pequena	Média	Grande
Aquisição de terreno		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Obras civis, instalações prediais		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Equipamentos, Ferramentas, Máquinas e veículos		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Outros Custos (ITR, Licenciamento Ambiental, Alvará etc.)		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Materiais e Insumos		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Mão-de-Obra		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
_____		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
_____		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)

7. Por favor, complete a tabela com os seguintes dados: (I) eventuais fatores extras que influenciem na **composição dos custos operacionais** (em R\$) envolvidos na **implantação de uma usina de esmagamento** na primeira coluna; (II) ordem crescente de importância dos fatores listados na primeira coluna, sendo o grau 1 atribuído ao mais importante, 2 ao segundo e assim sucessivamente; (III) quantificação, se possível, dos investimentos por hectare. Considere o porte da usina.

Fatores	Ranking	Porte da Usina		
		Pequena	Média	Grande
Mão-de-obra		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Controle de qualidade do óleo		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Despesas Administrativas (Inclui seguros e licenças)		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Materiais e Insumos		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Manutenção / conservação (ex: equipamentos)		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Combustíveis + energia elétrica		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Impostos (CPMF+ICMS+IE+PIS+COFINS)		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
Outros Custos Menores		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)
_____		____(R\$)	____(R\$)	____(R\$)

Para responder a questão seguinte considere a classificação:

Modelo	Descrição
<i>Plantation</i>	A área total de plantio e a unidade industrial de grande porte pertencem a um único proprietário ou grupo empresarial, produzindo toda a matéria-prima necessária ao funcionamento da unidade extratora.
Projeto nuclear	Unidade industrial e parte da plantação pertencem a um grupo empresarial ou proprietário único, com parte da matéria-prima a ser fornecido por produtores independentes, normalmente assistido técnica e financeiramente pelo grupo líder do empreendimento.

Fonte: Embrapa Amazônica Ocidental (2005)

8. Qual o número médio de empregos gerados de acordo com a capacidade da planta? Considere o fato do modelo de produção ser do tipo *Plantation* ou Projeto nuclear.

Modelo		Porte da Usina		
<i>Plantation</i>	Projeto Nuclear	Pequena	Média	Grande
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Seção C – Informações Gerais

1. Qual o grau de associação dos produtores? Defina de acordo com a escala: 1 = muito baixo, 5 = muito alto.

Região	Escala									
Luis Eduardo Magalhães	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
Barreiras	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
_____	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5

2. Qual a capacidade de gestão dessa associação? Defina de acordo com a escala: 1 = muito baixo, 5 = muito alto.

Região	Escala									
Luis Eduardo Magalhães	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
Barreiras	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
_____	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5

3. Qual o grau de dispersão geográfica dos produtores na região? Defina de acordo com a escala: 1 = muito baixo, 5 = muito alto.

Região	Escala									
Luis Eduardo Magalhães	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
Barreiras	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
_____	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5

4. Qual a distância dos produtores ao local de transformação? Defina de acordo com a escala: 1 = muito perto, 5 = muito longe.

Região	Escala									
Luis Eduardo Magalhães	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
Barreiras	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5
_____	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	5

Apêndice III: Modelo de Simulação

Este apêndice apresenta as telas do modelo de simulação. Os dados mostrados a seguir referem-se à simulação do cenário provável da cadeia totalmente verticalizada do dendê.

Sumário

SUMÁRIO

I - DADOS DE ENTRADA

Oleaginosa utilizada	Dendê	Preços de Mercado:	
Origem da oleaginosa:		Ton de CFF (CIF)	R\$ 150,00
Agricultura Familiar	40,0%	Ton Óleo Palma (FOB)	R\$ 1.500,00
Agricultura Intensiva	60,00%		
Processo de produção	Transesterificação		
Rota de produção	Metilica		
Capacidade instalada da planta de Extração de Óleo	20.000	ton CFF/ano	
Capacidade da planta de Biodiesel	82.917.000	l/ano	
Vida útil média de equipamentos, ferramentas, máquinas e veículos	15	anos	
Coefficientes Técnicos (% do total de Biodiesel produzido)			
Consumo	Produção	Preços (R\$/litro)	
Metanol 10,3%	Biodiesel 100,0%	Metanol R\$ 0,77	
Óleo vegetal 99,5%	Glicerina 9,8%	Catalisador R\$ 3,50	
Catalisador 0,05%	Ácidos graxos 0,10%	Glicerina R\$ 1,65	

Dados Gerais

Retorno Sobre Investimento

Taxa Plantio (a.a):	10%
Taxa Extração (a.a):	10%
Taxa Biodiesel (a.a):	10%

Grau de Ociosidade

Usina Extração	23,3%
Usina Biodiesel	20,0%

Margens dos Produtores

De Oleaginosa	0,0%
De Óleo	0,0%
De Biodiesel	0,0%

Alíquotas para Impostos

ICMS	17,00%
IR	15,00%

Custo de Capital

Taxa (a.a):	10%
Taxa (a.s):	4,88%
Taxa (a.m):	0,80%

II - CENÁRIO

Nível de verticalização	3
-------------------------	---

Nível 1: Fábrica de biodiesel,

Nível 2: Fábrica de biodiesel e de extração de óleo vegetal.

Nível 3: Fábrica de biodiesel, de extração de óleo vegetal e Plantio da oleaginosa.

Cenário

Plantio	Provável
Extração	Provável
Biodiesel	Provável

Simula Cenário

Logística

Localização da Extração de Óleo	Baixo Sul
Localização da Usina de Biodiesel	Reconcavo
Localização da Base de Mistura	Reconcavo

III - DADOS DE SAÍDA

Custos no break even	
Custo dos cachos (R\$/ton)	R\$145,35
Custo do óleo no break even (R\$/litro)	R\$ 1,03
Custo do biodiesel na fábrica (R\$/litro)	R\$ 1,34
Custo do biodiesel na base (R\$/litro)	R\$ 1,57

Indicadores de viabilidade econômica			
	Plantio (por ha)	Extração	Biodiesel
VPL das Receitas	R\$18.767	R\$31.898.749	R\$783.322.713
VPL dos Custos Operacionais	(R\$7.784)	(R\$28.611.802)	(R\$739.987.339)
VPL dos Lucros	R\$9.756	R\$3.001.316	R\$38.770.271
VPL TOTAL	R\$6.285	R\$272.936	R\$3.524.635
TIR	10%	12%	12%
Lucro Líquido Médio	R\$1.630	R\$372.511	R\$4.860.060
Retorno sobre o Investiment.	R\$2	R\$0	R\$0
Margem de lucro	52%	9%	5%

Plantio Provável

		Ano-1	Ano0	Ano1	Ano2	Ano3	Ano24	Ano25
Componentes da Receita	Produtividade (ton/ha)						22	22
	Área Plantada (ha)						1	1
	Produção de CFF (cachos de frutos frescos)						22	22
	Custo (R\$/ton de CFF)						145,35	145,35
	Margem de Comercialização						0,00%	0,00%
	Preço (R\$/ton de CFF)						145,35	145,35
	Receita						3.198	3.198
Investimentos	Valor presente das receitas						309,53	281,39
	Aquisição de terreno	(1.200,00)						
	Obras civis, instalações prediais, equipamentos, ferramentas, máquinas e veículos	(625,64)						
	Preparo da área a ser plantada	(1.484,00)						
	Preço ou custo de aquisição de mudas		(3,12)					
	Número de Mudas por hectare		145,00					
	Custo de de aquisição mudas		(452,40)					
Custos com Plantio + Colheita	Plantio e tratos culturais		(1.332,44)					
	Total dos Investimentos	(3.309,64)	(1.784,84)					
	Valor Presente dos Investimentos	(3.471)	(1.702)					
	Despesas Administrativas			(108,00)	(66,00)	(72,00)		
	Tratos culturais (inseticida, herbicida e adubação)			(1.266,00)	(810,00)	(810,00)	(1.260,00)	(1.260,00)
	Materiais e Insumos			(921,00)	(510,00)	(624,00)	(63,00)	(63,00)
	Total dos Custos com Produção + Colheita			(2.295,00)	(1.386,00)	(1.506,00)	(1.323,00)	(1.323,00)
	Valor presente dos custos			(1.989,27)	(1.092,15)	(1.078,82)	(128,07)	(116,43)
	LUCRO BRUTO			(2.295,00)	(1.386,00)	(1.506,00)	1.874,61	1.874,61
	Depreciação			(25,03)	(25,03)	(25,03)	(25,03)	(25,03)
	LUCRO TRIBUTÁVEL		(1.784,84)	(2.320,03)	(1.411,03)	(1.531,03)	1.849,58	1.849,58
	Imposto de Renda		-	-	-	-	(277,44)	(277,44)
	Depreciação		-	25,03	25,03	25,03	25,03	25,03
	FLUXO ECONÔMICO	(3.309,64)	(1.784,84)	(2.295,00)	(1.386,00)	(1.506,00)	1.597,17	1.597,17
	Valor presente dos lucros		(1.784,84)	(1.989,27)	(1.092,15)	(1.078,82)	154,61	140,55
	LUCRO ACUMULADO COM ROI	(3.818,30)	(5.603,14)	(7.592,41)	(8.684,56)	(9.763,38)	(147,76)	(7,21)
	LUCRO ACUMULADO	(3.471,18)	(5.256,02)	(7.245,29)	(8.337,44)	(9.416,26)	199,36	339,91

Extração Provável

		Ano 0	Ano1	Ano2	Ano3	Ano14	Ano15
Custos operacionais	Capacidade instalada (ton de CFF/ano)		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
	Volume de compra de CFF (ton/ano)		15.333	15.333	15.333	15.333	15.333
	Teor de óleo de palma (%)		22%	22,0%	22,0%	22,0%	22,0%
	Óleo de palma (R\$/ton)		1.028,81	1.028,81	1.028,81	1.028,81	1.028,81
	Margem de Comercialização		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Preço do Óleo de palma (R\$/ton)		1.028,81	1.028,81	1.028,81	1.028,81	1.028,81
	Volume do óleo de palma (ton)		3.373	3.373	3.373	3.373	3.373
	Receita com óleo de palma (R\$)		3.470.515	3.470.515	3.470.515	3.470.515	3.470.515
	Teor de óleo de palmiste (%)		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
	Óleo de palmiste (R\$/ton)		1.690,00	1.690,00	1.690,00	1.690,00	1.690,00
	Volume do óleo de palmiste (litros)		307	307	307	307	307
	Receita com óleo de palmiste (R\$)		518.267	518.267	518.267	518.267	518.267
	Teor de torta de palmiste (%)		3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
	Torta de Palmiste (R\$/ton)		180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
	Volume da torta de Palmiste (ton)		460	460	460	460	460
	Receita com a torta de palmiste		82.800	82.800	82.800	82.800	82.800
	Teor de cachos vazios(%)		35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%
	Cachos vazios (R\$/ton)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Volume de cachos vazios (ton)		5.367	5.367	5.367	5.367	5.367
	Receita com cachos vazios		0	0	0	0	0
	Total das Receitas		4.071.582	3.988.782	3.988.782	3.988.782	3.988.782
	Valor presente das receitas		2.882.101	3.457.413	3.143.103	1.101.638	1.001.489
Investimentos	Aquisição de terreno						
	Obras civis, instalações prediais	(800.000,00)					
	Equipamentos, Ferramentas, Máquinas e veículos	(1.800.000,00)					
	SubTotal - Capital Fixo	(2.600.000,00)					
	Capital de Giro	(1.408,00)					
	Total dos Investimentos	(2.601.408)					
	Valor Presente dos Investimentos	(2.728.380)					
	Ton Cacho		(145,35)	(145,35)	(145,35)	(145,35)	(145,35)
	Mão-de-obra		(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)
	Controle de qualidade do óleo		(1,60)	(1,60)	(1,60)	(1,60)	(1,60)
	Despesas Administrativas (Inclui seguros e licenças)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Outros Materiais e Insumos		(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)
	Manutenção / conservação (ex: equipamentos)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Combustíveis + energia elétrica		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Outros Custos Menores		(10,00)	(10,00)	(10,00)	(10,00)	(10,00)
	Custos Operacionais por Ton		(216,95)	(216,95)	(216,95)	(216,95)	(216,95)
	Total Custos Operacionais		(3.326.501)	(3.326.501)	(3.326.501)	(3.326.501)	(3.326.501)
	Custo de Capital		(260.141)	(260.141)	(260.141)	(260.141)	(260.141)
	Valor presente dos custos		(3.419.729)	(3.108.844)	(2.826.222)	(990.574)	(900.521)
	LUCRO BRUTO		484.940	402.140	402.140	402.140	402.140
	Depreciação		(173.333,33)	(173.333,33)	(173.333,33)	(173.333,33)	(173.333,33)
	LUCRO TRIBUTÁVEL		311.607	228.807	228.807	228.807	228.807
	Imposto de Renda		(46.741)	(34.321)	(34.321)	(34.321)	(34.321)
	Depreciação		173.333,33	173.333,33	173.333,33	173.333,33	173.333,33
	FLUXO ECONÔMICO	(2.601.408,00)	438.199	367.819	367.819	367.819	367.819
	Valor presente dos lucros		417.806	318.820	289.836	101.586	92.351
	LUCRO ACUMULADO COM ROI	(3.001.218)	(2.583.411)	(2.264.592)	(1.974.756)	(92.253)	98
	LUCRO ACUMULADO	(2.728.380)	(2.310.573)	(1.991.754)	(1.701.918)	180.585	272.936

Biodiesel Provável

	Ano 0	Ano1	Ano2	Ano3	Ano14	Ano15
Capacidade da Planta (litros de biodiesel por ano)		82.917.000	82.917.000	82.917.000	82.917.000	82.917.000
Quantidade de óleo adquiindo (litros/ano)		66.001.932	66.001.932	66.001.932	66.001.932	66.001.932
Custo do Biodiesel (R\$/litro)		1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Margem de Comercialização		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Preço do Biodiesel (R\$/litro)		1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Volume de Biodiesel produzido		66.333.600	66.333.600	66.333.600	66.333.600	66.333.600
Receita com o B100		87.522.258	87.522.258	87.522.258	87.522.258	87.522.258
Glicerina (R\$/litro)		1,650	1,650	1,650	1,650	1,650
Volume de Glicerina produzida		6.467.526	6.467.526	6.467.526	6.467.526	6.467.526
Receita com Glicerina		10.671.418	10.671.418	10.671.418	10.671.418	10.671.418
Total das Receitas		98.193.675	98.193.675	98.193.675	98.193.675	98.193.675
Valor presente das receitas		93.623.996	85.112.724	77.375.203	27.119.537	24.654.124
Investimentos						
Capital Fixo						
Obras civis, instalações prediais	(4.238.799)					
Equipamentos, Ferramentas, Máquinas e veículos	(20.020.000)					
Capital de giro: materiais e insumos (matéria prima, material de	(9.346.597)					
Total dos Investimentos	(33.605.396)					
Valor Presente dos Investimentos	(35.245.637)					
Custos operacionais						
Utilidades		(8.300.160)	(8.300.160)	(8.300.160)	(8.300.160)	(8.300.160)
Pessoal + encargos		(880.000)	(880.000)	(880.000)	(880.000)	(880.000)
Despesas Administrativas		(440.000)	(440.000)	(440.000)	(440.000)	(440.000)
Alcool	(R\$0,77)	(5.260.918)	(5.260.918)	(5.260.918)	(5.260.918)	(5.260.918)
Óleo Vegetal	(R\$1,03)	(67.981.990)	(67.981.990)	(67.981.990)	(67.981.990)	(67.981.990)
Catalisador	(R\$3,50)	(116.084)	(116.084)	(116.084)	(116.084)	(116.084)
O&M		(411.840)	(411.840)	(411.840)	(411.840)	(411.840)
Impostos (PIS+COFINS+CIDE+IPI)		(6.009.824)	(6.009.824)	(6.009.824)	(6.009.824)	(6.009.824)
Total dos Custos Operacionais		(89.400.816)	(89.400.816)	(89.400.816)	(89.400.816)	(89.400.816)
Custo de Capital		(3.360.540)	(3.360.540)	(3.360.540)	(3.360.540)	(3.360.540)
Valor presente dos custos		(88.444.482)	(80.404.075)	(73.094.613)	(25.619.216)	(23.290.196)
LUCRO BRUTO		5.432.320	5.432.320	5.432.320	5.432.320	5.432.320
Depreciação		(1.617.253)	(1.617.253)	(1.617.253)	(1.617.253)	(1.617.253)
LUCRO TRIBUTÁVEL		3.815.067	3.815.067	3.815.067	3.815.067	3.815.067
Imposto de Renda (IR)		(572.260)	(572.260)	(572.260)	(572.260)	(572.260)
Depreciação		1.617.253	1.617.253	1.617.253	1.617.253	1.617.253
FLUXO ECONÔMICO	(33.605.396)	4.860.060	4.860.060	4.860.060	4.860.060	4.860.060
Valor presente dos lucros		4.633.885	4.212.623	3.829.657	1.342.272	1.220.247
LUCRO ACUMULADO COM ROI	(38.770.200)	(34.136.315)	(29.923.692)	(26.094.034)	(1.220.176)	71
LUCRO ACUMULADO	(35.245.637)	(30.611.751)	(26.399.128)	(22.569.471)	2.304.388	3.524.635

Apêndice IV: Plantio e Extração de Óleo de Dendê

Este apêndice descreve as etapas necessárias para a produção de óleo de dendê (matéria-prima para a produção de biodiesel), detalhando os aspectos agrícolas (pré-plantio e plantio) e industriais (extração de óleo).

ASPECTOS AGRÍCOLAS: PRÉ-PLANTIO E PLANTIO

A seguir são descritas as etapas necessárias para o cultivo do dendê: pré-plantio e plantio.

1. PRÉ-PLANTIO

- **Pré-viveiro:** Ao receber as sementes pré-germinadas o produtor ou viveirista faz uma escolha separando aquelas que possuam caulículo e radícula com tamanho entre 10 e 15 milímetros para semeio imediato; as sementes restantes ficam guardadas por mais 4 a 8 dias para alcançarem o tamanho de utilização. Os sacos de polietileno escuro são cheios com terriço de mata, onde a semente pré-germinada é plantada; os sacos podem ser dispostos em canteiros com largura máxima de 1,2m, e com sombra inicial de 50%, que vai sendo retirada à medida que a planta se desenvolve. Após 4 meses a muda deve apresentar 4 folhas lanceoladas estando apta para o viveiro (SEAGRI – BA, 2005).

Os dados primários obtidos indicam um período de 4 a 6 meses para a formação da muda no pré-viveiro, considerando o plantio de 68 mil sementes/ha.

- **Viveiro:** Necessita-se de 234 sementes pré-germinadas para formação de 143 mudas para plantio e mais 8 a 10 mudas para replantio (SEAGRI – BA, 2005).

Os tratos culturais necessários ao viveiro incluem: irrigação, monda (eliminação de ervas daninhas), adubação e controle de pragas.

De acordo com a SEAGRI – BA (2005), o tempo no viveiro varia da seguinte maneira:

- 7 a 8 meses: com população de 19 mil mudas/ha;

- 8 a 10 meses: com população de 14 mil mudas/ha;
- 10 a 12 meses: com população de 10 mil mudas/ha.

Os dados primários obtidos indicam um período de 8 a 10 meses no viveiro, considerando uma população de 19 mil mudas/ha.

Caso não tenha pré-viveiro, recomenda-se adquirir as mudas de um propagador fidedigno do ponto de vista fitossanitário, como a Embrapa, ou viveiristas particulares tecnicamente credenciados, pois o sucesso da dendeicultura exige, dentre outros requisitos, o emprego de material propagativo selecionado (Suframa/FGV, 2003).

2. PLANTIO

- **Preparo da área:** Realizado no 1º ano de implantação, compreende as fases de: (a) limpeza mecanizada e manual do terreno, através da derrubada/queima da vegetação e abertura de estradas de serviço; (b) semeadura com puerária javanica, que tem adaptabilidade comprovada aos solos tropicais, conservando a umidade do terreno e promovendo a rápida recuperação microbiológica do solo depauperado após o desmatamento e a queima; (c) demarcação e piqueteamento; (d) abertura e enchimento das covas com adubos químicos (N, P₂O₅, K₂O) e orgânicos; (e) retirada dos piquetes (Suframa/FGV, 2003).
- **Plantio das mudas:** Realizado no período de chuvas do 2º ano de implantação, com um espaçamento de 9m X 9m, totalizando uma densidade de 143 plantas por hectare (SEAGRI – BA, 2005).
- **Tratos Culturais:** Compreende: (a) o período de crescimento vegetativo da planta (desde o plantio até o 5º ano de implantação), no qual são realizados periodicamente as operações de “coroamento”¹⁵, drenagem, rebaixamento da cobertura de leguminosas, adubação (N, P₂O₅, K₂O) + micronutrientes e tratos fitossanitários; e (b) o período de produção comercial da planta (do 6º até o 25º ano da cultura), no qual se dá continuidade ao coroamento, drenagem,

¹⁵ Para evitar concorrência de ervas, afastar roedores e facilitar a colheita, capina-se em torno do dendezeiro ou pratica-se o “coroamento”.

rebaixos, podas, adubação e tratos fitossanitários, além da polinização por insetos, objetivando incrementar a produção de frutos nos cachos (Suframa/FGV, 2003).

- **Colheita:** A colheita é uma das atividades mais importantes e delicadas da exploração da atividade. É realizada durante todo o ano, utilizando-se instrumentos variados (ferro de cova, foice, facão) para a coleta dos cachos.

É de fundamental importância para a qualidade e quantidade do óleo, considerando que o estágio de maturação e o sistema de carregamento e transporte afetam diretamente a acidez do produto. Uma vez colhido, os frutos devem ser submetidos ao cozimento em no máximo 48 horas, para paralisar a atividade enzimática que promove o aumento da acidez.

Mesmo que os frutos sejam lavados para o processamento, a higiene da colheita, transporte e recepção dos cachos afetam a qualidade do produto. O sistema de extração de óleo por prensagem permite obter um produto com menor índice de acidez (Sande, 2002).

- **Ciclo máximo de eficiência:** A produção dos cachos tem início a partir dos 3,5 anos após o plantio, chegando ao ápice entre 7 e 15 anos. Após esse período, começa a decrescer lentamente até o 25º ano (Suframa/FGV, 2003).

No oitavo ano a produção alcança de 20 a 30 toneladas de cachos e até 35ton/cachos/hectare. Até o décimo sexto ano esse nível de produção se mantém declinando, ligeiramente, até fim da vida útil produtiva do dendezeiro aos 25 anos (SEAGRI – BA, 2005).

ASPECTOS INDUSTRIAIS: EXTRAÇÃO DE ÓLEO

A extração do óleo (processamento da produção) deve ser próxima da plantação (produção), pois os frutos devem ser processados em até 24 horas, no máximo 48 horas após a colheita, com riscos acentuados de perda da qualidade do óleo, causada por processos enzimáticos de deterioração e acidez do óleo. (Suframa/FGV, 2003).

Necessita-se de um laboratório de análises da qualidade dos produtos extraídos, já que os compradores rejeitam óleos e tortas com grau de acidez ou

nível de presença de impurezas acima dos padrões internacionalmente estabelecidos (Suframa/FGV, 2003).

O fluxograma do processo industrial para produção de óleo de dendê é apresentado na Figura 29:

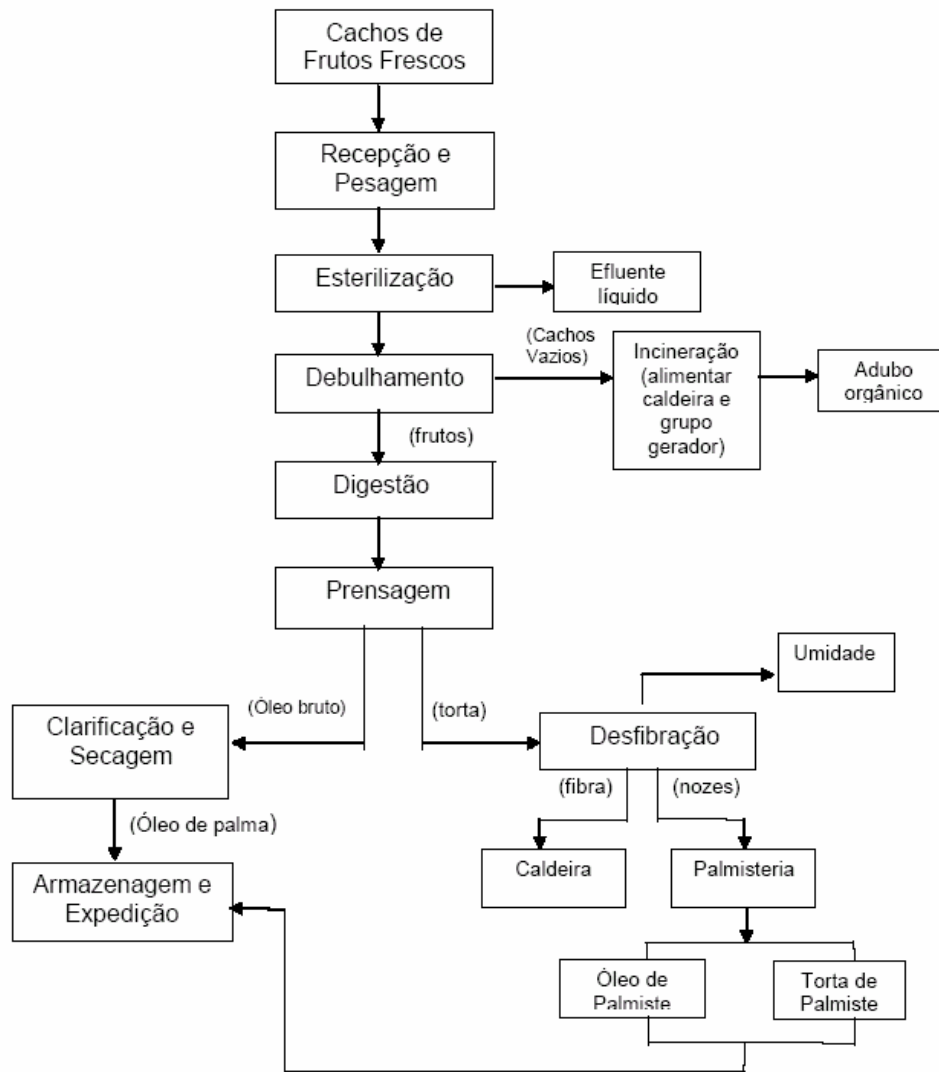


Figura 29: Fluxograma para extração de óleo de dendê. Fonte: Suframa/FGV (2003)

As principais etapas apresentadas na Figura 29 são descritas na Tabela 90:

Tabela 90: Descrição do processo de produção de óleo. Fonte: Suframa/FGV (2003)

Etapas	Descrição
Esterilização	Os cachos são esterilizados, por cozimento, através de vapor proveniente de caldeira com controle de temperatura, pressão e tempo em uma máquina chamada autoclave. O ciclo completo de esterilização dura em torno de 60 minutos, com pressão de 2,5 a 3,0 atm., e seus objetivos são: eliminar as enzimas responsáveis pelo aumento da fermentação dos frutos frescos; soltar os frutos dos cachos; amolecer a polpa para facilitar a extração do óleo e encolher parcialmente as amêndoas para facilitar a separação de sua casca. O autoclave gera efluentes residuais líquidos da ordem de 2% do volume de cachos beneficiados.
Debulhamento	Os cachos esterilizados são derramados no debulhador rotativo, onde os frutos são desprendidos dos cachos, os quais, agora vazios, saem do processo como resíduos sólidos para utilização como adubo orgânico e para alimentar a caldeira e o grupo gerador (adaptado para este fim), num volume equivalente a 22% da tonelagem de cachos beneficiados.
Digestão	Os frutos são conduzidos por esteira rolante ao digestor, onde são continuamente umedecidos, amassados e aquecidos a uma temperatura constante de 95° centígrados. O resultado é uma massa uniforme, à qual o digestor adicionou um volume de água correspondente a 26% da tonelagem de cachos beneficiados.
Prensagem	A massa é despejada na prensa eletromecânica, onde é extraído o óleo bruto. A prensa, além do óleo, produz a torta de prensagem, que é a massa de frutos prensada sem o óleo bruto da palma, correspondente a 24% da tonelagem de cachos beneficiados, e que dará início ao processo de palmisteria.
Clarificação e secagem	76% do óleo bruto prensado é despejado em um clarificador, máquina para peneirar e desumidificar o óleo bruto. O óleo clarificado é, a seguir, transportado para os secadores de óleo a vapor e vácuo.
Armazenagem e expedição do óleo de palma	O óleo de palma é bombeado para tanques de armazenagem, onde é mantido a uma temperatura constante de 50 graus centígrados, pronto para expedição.
Desfibração	A torta de prensagem é colocada no desfibrador, recipiente metálico no qual é aquecida por vapor proveniente também da caldeira, com o objetivo de separar as nozes das fibras. Esta etapa gera como resíduo um volume de fibras equivalente a 54% do volume da torta desfibrada.
Palmisteria	(a) As nozes são trituradas em uma máquina quebradora de nozes expondo as amêndoas e peneirando as cascas, as quais constituirão matéria orgânica para a caldeira e o grupo gerador; (b) As amêndoas são transformadas em massa pela adição de água e cozimento no digestor e a massa cozida é prensada, obtendo-se a torta de palmiste e o óleo de palmiste.
Armazenagem e expedição da torta e do óleo de palmiste	A torta de palmiste é embalada em sacos de juta e armazenada em galpão de estocagem, enquanto o óleo de palmiste é filtrado e bombeado para um silo de armazenagem. O óleo de palmiste é expedido em caminhões-tanque, enquanto os sacos com as tortas são expedidos em caminhões-baú.
Tratamento de efluentes	Os resíduos líquidos e sólidos são depositados por gravidade em um galpão menor, onde são decantados e formam a “borra do dendê”, co-produto orgânico utilizado para alimentar tanto a caldeira quanto o grupo gerador e ser revendido como insumo para fabricar sabões, velas etc.

Apêndice V: Plantio e Extração de Óleo de Soja

Este apêndice descreve as etapas necessárias para a produção de óleo de soja (matéria-prima para a produção de biodiesel), detalhando os aspectos agrícolas (plantio) e industriais (extração de óleo).

ASPECTOS AGRÍCOLAS: PLANTIO

Nesta seção são descritas as principais etapas para o plantio da soja.

- **Preparo da área:** O preparo do solo deve oferecer as seguintes condições para o desenvolvimento e produção da soja: (a) lugar para as sementes germinarem rapidamente; (b) meio ambiente no qual as raízes possam obter umidade e nutrientes; (c) controle das ervas daninhas; (d) destruição dos restos da cultura anterior; (e) leito de semeadura uniforme, que possibilite a germinação normal das sementes e o trabalho eficiente da máquina agrícola usada na lavoura.

Uma aração, duas ou mais gradeações e a uniformização da superfície do terreno geralmente atendem às exigências do preparo do solo. O revolvimento da terra pelo arado e a destruição dos torrões conseguida por gradeações bem conduzidas, dão ao leito de semeadura condições apropriadas de emergência das plantas. O nivelamento do solo, que é realizado com grade niveladora ou com pranchão de madeira preso à grade comum, elimina variações da sua superfície proporcionando maior eficiência de operação das semeadeiras e das demais máquinas agrícolas. O solo convenientemente preparado para o plantio da soja requer eficiente controle da erosão, quando sua declividade exige adoção dessa prática (Criar e Plantar, 2005a).

- **Plantio:** Os principais requisitos para o sucesso do plantio podem ser resumidos em: (a) suficiente teor de umidade no solo; (b) regulação correta da semeadeira; (c) semeadura em velocidade moderada; (d) ligeira compactação

do solo após o fechamento do sulco; (e) acompanhamento da operação de semeadura (Criar e Plantar, 2005a).

O espaçamento entre linhas na cultura da soja varia com o ciclo vegetativo do cultivar. Os cultivares precoces são semeados no espaçamento de 36 a 45 cm. Para os demais cultivares é recomendado o espaçamento de 60 cm, que pode ser reduzido para 50 cm se houver atraso do plantio. A densidade desejável é de 30 sementes por metro linear. Por hectare, gira em torno de 60 quilos de sementes quando o espaçamento é de 60 centímetros (Criar e Plantar, 2005a).

Levando em conta as exigências de armazenamento e os danos que as sementes de soja podem sofrer no campo ou na colheita, é aconselhável sua aquisição a cada ano, de fonte idônea, registrada nos Órgãos Oficiais segundo a Legislação vigente (Criar e Plantar, 2005a).

- **Tratos Culturais:** A adubação é fundamental para garantir uma boa produtividade da planta. O fósforo é de particular importância para a produção de soja. Sua ação não se limita apenas à função específica de nutrição. Ele proporciona bom desenvolvimento do sistema radicular, influenciando, portanto, em todo o desenvolvimento da planta, e conseqüentemente no rendimento dos grãos (Criar e Plantar, 2005a).

Solos com pH inferior a 5,5 podem conter alumínio e manganês em quantidades tóxicas para as plantas e não possuem condições apropriadas para o trabalho eficiente das bactérias fixadoras de nitrogênio. O cálcio e o magnésio, componentes do calcário, são elementos importantes para a nutrição da soja e também para a atividade das bactérias. A aplicação do calcário deve preceder o plantio em pelo menos 90 dias. Obtém-se efeito mais rápido e mais intenso do calcário quando ele é de granulação fina e sua incorporação é feita em duas parcelas: uma antes e outra depois da aração (Criar e Plantar, 2005a).

- **Colheita:** A soja é uma oleaginosa de cultura temporária e sua colheita ocorre, principalmente, entre os meses fevereiro e abril de cada ano. A soja é colhida após a queda das folhas, com haste e vagens secas e com 14% de umidade nos grãos. A colheita, geralmente a granel, é realizada por combinadas. O emprego de cultivares de ciclos diferentes amplia o período da colheita, permitindo maior aproveitamento das colhedoras (Criar e Plantar, 2005a).

Além do plantio convencional, pode-se realizar também o plantio direto, que consiste na instalação da cultura sem revolvimento do solo. É possível em terrenos já sistematizados pelo plantio convencional. A eliminação de ervas daninhas no plantio direto é realizada com o emprego de herbicidas na instalação da cultura e, quando necessário, depois da emergência da soja. O plantio direto já é adotado em grandes áreas, especialmente nas regiões em que é possível a sucessão soja/ trigo (Criar e Plantar, 2005a). Trata-se de um sistema de produção conservacionista, que se contrapõe ao sistema tradicional de manejo. Envolve o uso de técnicas para produzir, preservando a qualidade ambiental. Fundamenta-se na ausência de preparo do solo e na cobertura permanente do terreno através de rotação de culturas (Embrapa Soja, 2004).

A rotação de culturas consiste em alternar, anualmente, espécies vegetais numa mesma área agrícola. Uma leguminosa como a soja admite plano de rotação com outras culturas. A prática melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, auxilia no controle de plantas daninhas, doenças e pragas; repõe matéria orgânica no solo e protege o solo da ação de agentes climáticos; ajuda a viabilização do sistema de semeadura direta (SSD) e dos seus efeitos benéficos sobre a produção agropecuária e sobre o ambiente como um todo. As culturas para rotação podem ser o milho, arroz, sorgo, algodão, feijão e girassol, entre outras (Embrapa Soja, 2004).

Com o desenvolvimento de genótipos e técnicas de manejo apropriados para cada região, a chamada safrinha (a produção obtida no período da entressafra) tem sido vista como uma grande oportunidade que traz bons retornos financeiros ao produtor (Agro Cargill, 2005).

A principal cultura usada no período de entressafra no Brasil é o milho e já representa 35% da área total destinada à safrinha, ou seja, cerca de 3 milhões de hectares. Em 2004/2005, a cultura do trigo representou 28,2% e a do feijão 20% (Agro Cargill, 2005).

No caso da soja, o produtor pode antecipar seu plantio e/ ou utilizar genótipos precoces para antecipar sua colheita e aproveitar o final da época de chuvas para plantar milho. Quando a colheita da soja não for antecipada, pode-se utilizar o período de inverno para plantar trigo (Agro Cargill, 2005).

ASPECTOS INDUSTRIAIS: EXTRAÇÃO DE ÓLEO

O fluxograma simplificado do processo industrial para produção de óleo de soja é apresentado na Figura 30:

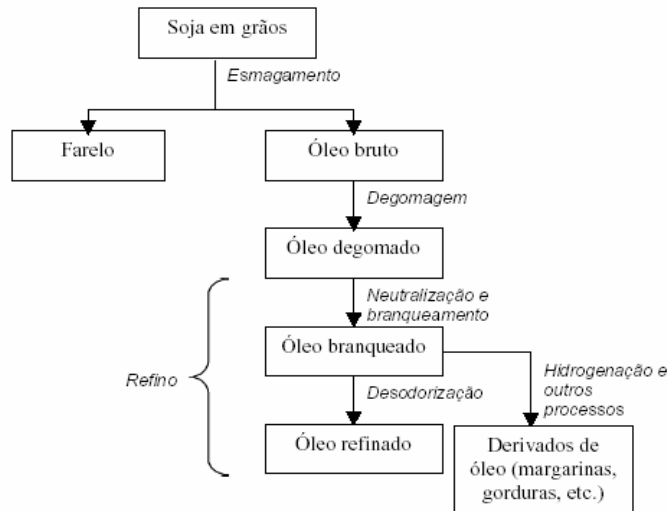


Figura 30: Fluxograma da extração de óleo de soja. Fonte: Lazzarini e Nunes (1998)

De uma forma mais detalhada, o fluxograma do processo industrial para produção de óleo de soja pode ser representado pela Figura 31:

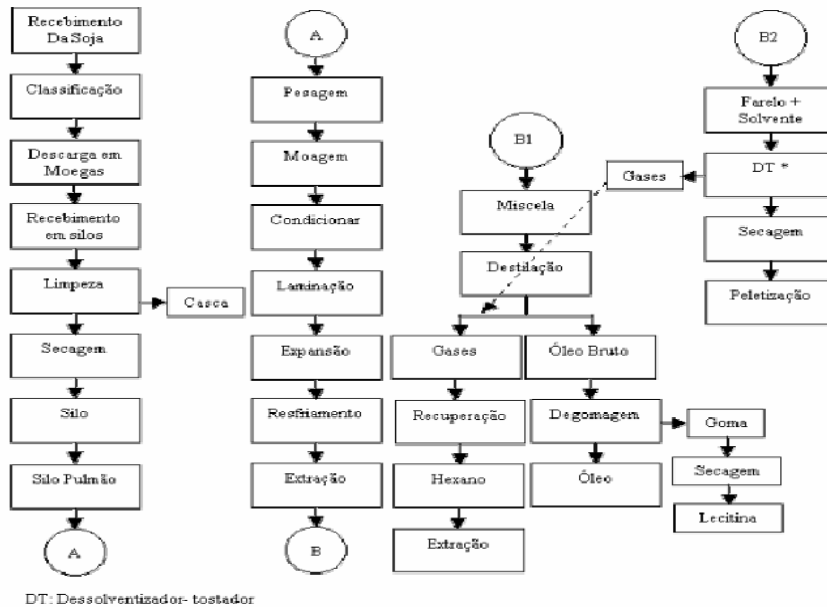


Figura 31: Fluxograma da extração de óleo de soja. Fonte: Pukasiewicz *et al.* (2004)

As etapas apresentadas na Figura 31 são descritas por Roberto de Paula e Faveret Filho (1998) da seguinte maneira: O processo de industrialização da soja inicia-se com o esmagamento e a extração do óleo. Após passar por processos de secagem, para retirada de umidade, e limpeza, o grão é quebrado e prensado em pequenas lâminas, que, transformadas em massa, são lavadas com solvente derivado de petróleo (hexano).

O produto fica impregnado com óleo e posteriormente é feita a separação, por evaporação, passando ainda por um sistema de retirada de goma (degomagem) para alcançar o estágio de óleo bruto. A massa restante, após secagem e tostagem, resulta no farelo. A goma tanto pode ser utilizada para a produção de lecitina de soja quanto ser adicionada ao farelo.

Este é o método usado por praticamente todas as unidades de esmagamento em atividade atualmente no Brasil, que nos anos 70 trocou a técnica de prensagem pelo uso do solvente. Algumas fábricas utilizam um extrusor para aumentar a densidade da massa e facilitar a extração do óleo. No início do processo industrial pode ser feita a retirada da casca do grão, resultando num farelo de maior quantidade de proteína.

O destino do óleo é o refino, e o farelo vai para a alimentação animal, diretamente ou através das misturas feitas pelas fábricas de ração. O aproveitamento médio do grão é de 79% de farelo e 19,8% de óleo bruto.

A operação de esmagamento, a retirada do óleo e seu posterior refino merecem as maiores atenções quando se fala do complexo da soja, seja porque a maior parte do produto é farelo ou porque a maior parte do óleo destina-se ao consumo doméstico de óleo refinado e à exportação de óleo bruto.

A cadeia não pára nestes dois produtos. O óleo ainda pode ser transformado em vários produtos, dos quais a margarina se coloca em maior destaque, embora outros co-produtos de uso alimentar e químico façam parte da seqüência de aproveitamento da soja.

Apêndice VI: Plantio e Extração de Óleo de Mamona

Este apêndice descreve as etapas necessárias para a produção de óleo de mamona (matéria-prima para a produção de biodiesel), detalhando os aspectos agrícolas (plantio) e industriais (extração de óleo).

ASPECTOS AGRÍCOLAS: PLANTIO

Nesta seção são descritas as principais etapas para o plantio da mamona.

- **Preparo da área:** Esta atividade pode ser feita à tração animal ou mecânica. Recomenda-se não usar implementos ou práticas que concorram para a compactação do solo e fazer uma aração convencional, de preferência com o arado de aiveca, com profundidade dependendo das características físicas do solo (Embrapa Algodão, 2005a). Em seguida, passar uma grade leve (niveladora), que não seja aradora. O solo deve ser preparado no seco ou no ponto de friabilidade (com um razoável teor de umidade), dependendo de sua textura e estrutura. No caso de solo já trabalhado e de textura arenosa, deve-se somente utilizar uma gradagem leve no preparo do mesmo. Se possível, a aração deve ser bem antes do plantio, de dois a três meses, e a gradagem pouco antes do plantio. Na impossibilidade de se determinar as curvas de nível do terreno, recomenda-se fazer a aração, a gradagem e o plantio no sentido perpendicular ao do escoamento das águas, visando reduzir o arrastamento do solo, bem como promover um maior aproveitamento da água de chuva pela cultura (Carvalho, 2005).
- **Plantio:** Três fatores determinam a época mais propícia ao plantio da mamoneira: umidade, temperatura e luminosidade. No Nordeste, esta época coincide com o início da estação chuvosa, depois de pelo menos 30 mm de chuva (Embrapa Algodão, 2005a). O plantio de inverno deverá ser realizado nos meses de março, abril e maio (Carvalho, 2005).

É necessário que a distribuição do calor e umidade seja uniforme e conveniente, durante todo o período vegetativo da planta. Quando falta umidade no solo as sementes têm pouco peso e baixo rendimento em óleo, mesmo tratando-se de variedades produtivas, o que se observa por ocasião de secas. Isto não quer dizer que a cultura deva ser instalada em terrenos sujeitos a alagamentos ou má drenagem, pois a planta é bastante sensível à asfixia das raízes (Criar e Plantar, 2005b).

Ao se iniciar o período em que os frutos começam a ficar maduros, é desejável que as chuvas sejam mais espaçadas, contribuindo para um melhor processo de maturação. Os períodos de seca prolongados após a germinação são sempre perigosos ocasionando não somente irregularidades no desenvolvimento, como também em muitos casos, o definhamento das plantas ainda não completamente desenvolvidas (Criar e Plantar, 2005b).

A irrigação é uma prática pouco utilizada, somente nos casos de produção de sementes. Com o uso de irrigação pode-se antecipar a época de plantio da mamoneira para o mês de setembro, concentrando a colheita nos meses de maio, junho e julho, período em que não há precipitação (Carvalho, 2005).

Deve-se usar um espaçamento padrão de 3,0m x 1,0m, com uma planta por cova, ficando 3.333 plantas/ha de população, tanto em condições de cultivo solteiro quanto consorciado com outra cultura. Em solos de baixa fertilidade natural ou desgastados pela erosão e outros fatores, pode-se colocar uma população maior com a configuração de 2,0m x 1,0m, uma planta por cova, população de 5.000 plantas/ha. Há outros esquemas de plantio com o uso de fileiras duplas, porém são mais complexos e nem sempre expressam vantagens em termos de produtividade e ganho na qualidade do produto final, que são as sementes com elevado teor de óleo (Embrapa Algodão, 2005a).

Os sulcos de plantio devem ter a profundidade suficiente para que a semente fique de 8 a 10 cm da superfície do solo. É de todo conveniente que se use, na semeadura, sementes desinfetadas com fungicidas contra moléstias do solo, que afetam a germinação e prejudicam a obtenção de um número ideal de plantas por área. Após, mais ou menos, uma semana da semeadura, tem início a germinação, dependendo das condições de umidade do solo (Criar e Plantar, 2005b).

Na operação de semeadura, o gasto com sementes para as cultivares de porte médio é da ordem de 5 kg/ha; para as cultivares de porte anão gastam-se de 10 a 15 kg/ha. é de aproximadamente 12 a 15 kg por hectare (Carvalho, 2005).

O desbaste deverá ser efetuado quando a planta alcançar a altura de 10 a 12 cm, aproximadamente 30 dias após o plantio. Recomenda-se deixar 1 ou 2 plantas por cova (Embrapa Algodão, 2005a).

- **Tratos Culturais:** Muitos produtores adotam um tipo de manejo no qual as plantas são decotadas no final da colheita, rebrotando no ano seguinte, com o surgimento das primeiras chuvas. Em outros casos, não procedem ao corte das plantas, deixando-as intactas. Com a chegada do período chuvoso, essas plantas iniciam um novo ciclo de florescimento e frutificação. Esse tipo de manejo, se, por um lado, contribui para tornar a produção mais estável, em relação ao clima, por outro, pode agravar os problemas fitossanitários pelo aumento das fontes de inóculo das principais pragas e dos principais patógenos que atacam a cultura (Carvalho, 2005).

- **Colheita e beneficiamento:** A mamoneira é uma oleaginosa de cultura temporária e sua colheita durante 3 meses por ano (Meirelles, 2003).

Para as cultivares utilizadas no Nordeste, a colheita é manual e parcelada e, para complementar a secagem, recomenda-se espalhar os frutos ao sol por vários dias. Para as cultivares indeiscentes, a colheita pode ser mecânica ou manual e deverá ser única (Embrapa Algodão, 2005a).

A colheita é realizada quebrando-se o cacho na base do seu pedúnculo e o colocando para completar a secagem no terreiro ou sobre uma lona. No caso de cultivares semideiscentes, grande parte dos grãos (bagas) se desprende dos frutos pela ação do calor. Aqueles frutos que não soltaram os grãos serão submetidos à trilha manual ou mecânica. A primeira é realizada com varas flexíveis ou utilizando o descascador manual; a segunda com trilhadeiras motorizadas ou utilizando descascador elétrico. Quando a trilha é manual, deve-se proceder ao peneiramento, para separar os grãos das cascas dos frutos. Após o beneficiamento e limpeza, os grãos deverão ser colocados em sacas de aniagem, com capacidade para 60 kg (Carvalho, 2005).

A mamona quando plantada após uma cultura que recebeu adubação intensiva, se aproveita muito bem do efeito residual do adubo. As folhas da mamoneira, por imposição fisiológica da planta, no final do ciclo secam e caem no solo, proporcionando excelente matéria orgânica para incorporação rica em cálcio, potássio e nitrogênio (Criar e Plantar, 2005b). Trata-se de um método eficaz de prevenção de pragas e doenças e de conservação da produtividade do solo. Recomenda-se a rotação com o algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) com o milho ou o sorgo, além do amendoim e do feijão, caso não tenha sido usado em sistemas consorciados. Não se deve plantar mamona por mais de dois anos no mesmo local sem se fazer rotação de culturas (Embrapa Algodão, 2005a).

Outra forma de plantio que, embora prejudique um pouco a cultura da mamoneira é praticada, é o seu plantio consorciado com outras culturas (Criar e Plantar, 2005b). O cultivo da mamona e feijão-caupi em uma mesma área pode ser considerado uma importante fonte de renda para as famílias do Semi-Árido Nordeste. As duas plantas são adaptadas à região e se desenvolvem em vários tipos de solos, desde que tenham boa drenagem e que sejam bem preparados, com adubação e calagem. O feijão caupi, feijão-de-corda ou feijão massacar é uma das principais fontes de proteínas para as famílias do Nordeste. Apresenta ciclo curto, baixa exigência de água e se desenvolve em solos de baixa fertilidade, sendo, portanto, uma excelente alternativa para o consórcio com a mamona. O consórcio com o milho ou o sorgo deve ser evitado, pois essas gramíneas são muito competitivas e reduzem substancialmente a produtividade da mamoneira no consórcio (Embrapa Algodão, 2005a).

ASPECTOS INDUSTRIAIS: EXTRAÇÃO DE ÓLEO

Da industrialização da mamona obtém-se, como produto principal, o óleo e, como co-produto, a torta, que possui, enquanto fertilizante, a capacidade de restauração de terras esgotadas, destacando-se seu emprego na Bahia, na lavoura fumageira. Apesar de seu alto teor de proteínas (32 a 40%), por ser produto tóxico, não se presta à alimentação animal. Porém, é comum encontrar citações na literatura que afirmam esta torta pode ser usada na composição de ração animal, se desintoxicada. Por se tratar de um processo de desintoxicação bastante complexo e, muitas vezes, caro, as usinas de óleo preferem vender a torta apenas como fertilizante (Embrapa Algodão, 2003).

O fluxograma do processo industrial para produção de óleo de mamona pode ser representado pela Figura 32:

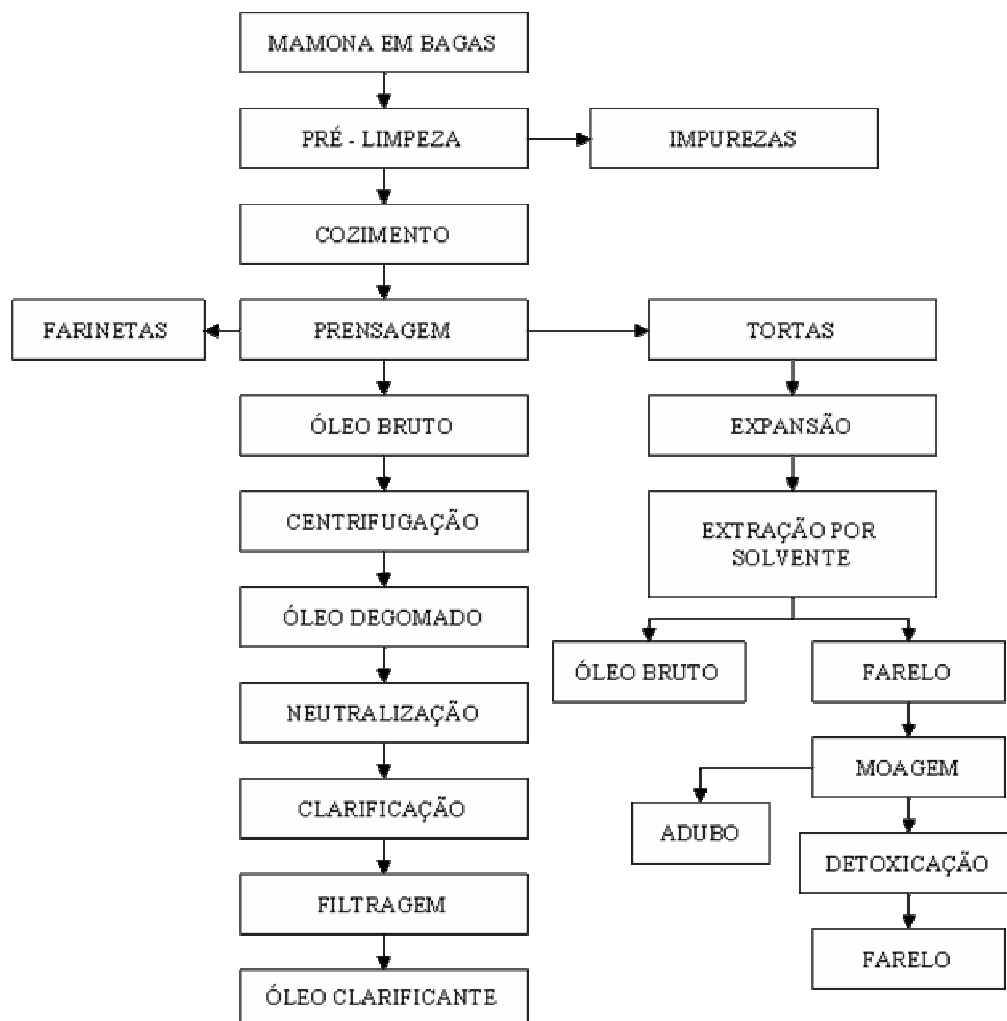


Figura 32: Fluxograma da extração de óleo de mamona. Fonte: Embrapa Algodão (2003)

O processo de produção de óleo de é descrito em Aboissa (2005) da seguinte maneira: a mamona passa por uma pré-limpeza e segue diretamente para o aquecimento de vários estágios, num equipamento comumente chamado de cozinhador ou chaleira. O óleo obtido através de prensa mecânica é aquecido em tacho de água e vapor direto, na base de 45% de umidade. Depois de hidratado, o óleo aumenta o volume e é imediatamente filtrado ou passa por uma centrífuga de volume, sendo em seguida filtrado, ou passa pela centrífuga (super decanter). A borra é misturada à torta que vai à extração por solvente, de onde se obtém o óleo final e o farelo.

O óleo obtido da prensagem, então, é clarificado, seco, polido e nesta operação se mistura com o óleo proveniente da extração por solvente. Todas as terras de clarificação com cerca de 30% de óleo seguem com a torta para a extração por solvente.

Uma torta de boa qualidade é a obtida pelo processo de extração dupla, isto é, submete-se a mamona à prensa e posteriormente a tratamento por solventes. A torta assim obtida tem baixo teor de óleo residual (1,5%), favorecendo a sua assimilação rápida pelo solo e aproveitamento ao máximo o benefício das chuvas (Criar e Plantar, 2005b).

O óleo de mamona pode ser extraído da semente completa (sem descascar) ou da baga (semente descascada por meio de máquinas apropriadas). O método utilizado para extrair o óleo pode ser prensagem (a frio ou a quente) ou extração por solvente (Aboissa, 2005).

O óleo obtido pode ter diferentes fins, de acordo com seu grau de qualidade. No caso do óleo medicinal, a prensagem das amêndoas é feita a frio, obtendo-se o óleo límpido, incolor e brilhante, livre do tóxico ricina, com baixo teor de acidez e impurezas. O óleo medicinal ainda deve passar pelos processos de refinação e neutralização, para que seja absolutamente isento de acidez e de impurezas (Aboissa, 2005).

Já para a extração do óleo industrial utiliza-se a prensagem a frio ou, de preferência, a quente, das sementes completas, obtendo-se óleo tipo *Standard* límpido, brilhante, que pode ter, no máximo, 1% de acidez e 0,5% de impurezas e umidade, depois de refinado. O óleo industrial também pode ser obtido da torta resultante da extração do óleo medicinal (Aboissa, 2005).

Apêndice VII: Plantio e Extração de Óleo de Algodão

Este apêndice descreve as etapas necessárias para a produção de óleo de algodão (matéria-prima para a produção de biodiesel), detalhando os aspectos agrícolas (plantio) e industriais (extração de óleo).

ASPECTOS AGRÍCOLAS: PLANTIO

Nesta seção são descritas as principais etapas para o plantio do algodão.

- **Preparo da área:** Quando a terra vem sendo ocupada há anos com a mesma cultura, geralmente o solo se encontra em boas condições de receber a aração, pois a destruição das anteriores soqueiras de algodão deve ter sido feita em junho/julho e ainda não houve tempo para desenvolvimento de nova vegetação. Nesse caso, uma aração deve ser suficiente; recomendam-se duas araões em terreno muito praguejado de ervas daninhas. Uma a duas gradeações é suficiente (Criar e Plantar, 2005c).
- **Plantio:** A época de plantio, no Nordeste, concentra-se de novembro a maio. Para as condições do semi-árido do Nordeste brasileiro, as cultivares já atingem o total de 18, dentre as quais temos as BR1, CNPA 2H, CNPA Precoce 1, CNPA 3H, CNPA Acala 1, CNPA 6H, CNPA Giorgi 1, CNPA 7H, CNPA Precoce 2, CNPA Precoce 3 (BRS 186), CNPA 8H (BRS 187), BRS 200 (Marrom), BRS 201 E A CNPA 7MH – (Embrapa Algodão, 2005b).

Recomenda-se usar de 1 a 2 plantas por cova (manual) ou 5 a 15 plantas por metro linear. Para o pequeno produtor do Nordeste, com unidade de produção envolvendo mão-de-obra familiar, limitação drástica de capital e pequena área, inferior a 20 ha recomenda-se, com o uso de qualquer uma das cultivares indicadas, a utilização do sistema de fileiras duplas. Neste sistema, o algodão é plantado no espaçamento 1,7 x 0,3 x 0,2m, com 1-2 plantas por cova e 50.000 a 100.000 plantas por hectare (Criar e Plantar, 2005c).

- **Tratos culturais:** A adubação pode ser feita com adubadeira simples de tração animal ou adubadeira maior, tracionada por tratores. Pode ser feita, assim como o sulcamento, simultaneamente com a semeadura, dependendo do tipo de máquina empregada (Criar e Plantar, 2005c).

O controle químico das ervas daninhas pode também ser feito com herbicidas. Os herbicidas aplicados sob incorporação devem ser colocados no solo antes do plantio; logo em seguida, deverá ser feita uma gradeação no terreno para que haja incorporação do produto químico. Depois se fará a semeadura. Os do tipo pré-emergência são colocados no solo após o plantio, porém, antes que a planta desponte na superfície da terra. Há ainda os herbicidas do tipo pós-emergência. O uso de herbicida não elimina por completo o uso de implementos necessários à escarificação do terreno (Criar e Plantar, 2005c).

Terras com declive acima de 12% devem ser deixadas com sua vegetação nativa ou exploradas com culturas perenes, pois o algodoeiro herbáceo é uma das culturas que mais expõem o solo aos agentes erosivos, sobretudo as águas das chuvas. A cultura requer solos profundos e de média a alta fertilidade. Quanto à textura, o algodoeiro se desenvolve satisfatoriamente em solos a partir dos arenosos até os argilosos, desde que existam condições de equilíbrio entre nutrientes, umidade e aeração. Os arenosos, com algumas exceções, geralmente são pobres em nutrientes e de baixo poder de retenção de água, o que pode ser melhorado com a adição de matéria orgânica. Os muito argilosos, apesar de ricos em nutrientes, podem prejudicar o desenvolvimento das plantas, por falta de oxigenação; no entanto, há solos argilosos bem estruturados, que permitem boa circulação de ar. Isto significa que o algodoeiro pode ser cultivado em solos de textura variável, porém bem estruturados, com boa drenagem, fertilidade de média a alta, profundos e relevo plano a ondulado (Embrapa Algodão, 2005b).

- **Colheita:** A colheita geralmente começa em março, com maior volume entre abril e maio, podendo se estender a junho (Criar e Plantar, 2005c).

É possível a consorciação com algumas linhas de uma cultura mais densa (exemplos: gergelim, cana-de-açúcar, capim, cunhã, sorgo ou feijão) formando faixas de retenção de água a cada 20m ou 30m, dependendo da declividade (Embrapa Algodão, 2005b).

ASPECTOS INDUSTRIAIS: EXTRAÇÃO DE ÓLEO

Após a remoção da pluma, o caroço do algodão é aberto, liberando o grão, que é esmagado para a extração do óleo, processo feito por prensagem hidráulica ou usando extratores químicos (Embrapa Algodão, 2005b).

Durante o processo de refino dos óleos comestíveis, a clarificação é a etapa de maior importância na determinação da qualidade e estabilidade do produto final. O óleo bruto é submetido a três etapas do processo de clarificação, de acordo com o fluxograma da Figura 33 (Embrapa Algodão, 2005b).

No refinamento do óleo, na figura, pigmentos são removidos no estágio de neutralização, por adição do hidróxido de sódio e branqueamento por adsorção em sólidos, usualmente argilas ativadas (Embrapa Algodão, 2005b).

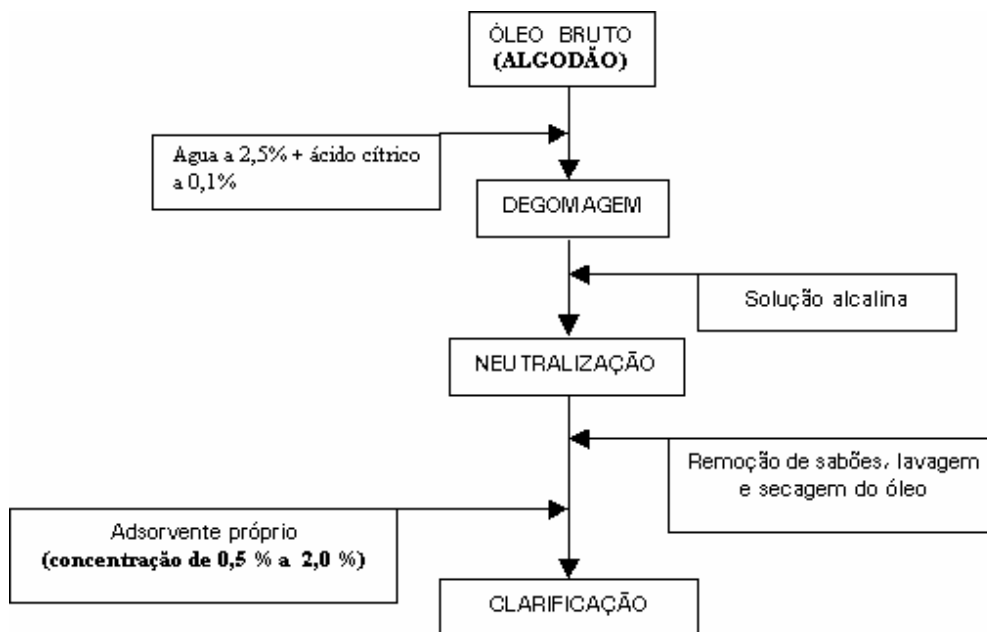


Figura 33: Fluxograma da extração de óleo de algodão. Fonte: Embrapa Algodão (2005b)

Apêndice VIII: Dados de Plantio de Algodão

Este apêndice apresenta os dados referentes ao plantio de algodão. Estes dados são resultado da comparação entre os dados obtidos em Barreiras e Luís Eduardo Magalhães e estudos da EBDA e da CONAB.

PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

A Tabela 91 sintetiza as produtividades do algodão em caroço obtidas em diversas regiões do país.

Tabela 91: Produtividade do algodão em caroço em diferentes locais

Produtividade (ton/ha)	Local	Fonte
3,30	MS	CONAB (2005)
2,25	Londrina – PR	
2,55	GO	
3,30	MT	
2,50	Campo Mourão - PR	
1,35	CE	EMBRAPA (2005)

Pela comparação entre os valores apresentados na Tabela 14 e os da Tabela 91, pode-se perceber que a produtividade na Bahia é uma das maiores do país.

Segundo entrevistados, hoje há cerca de 15.000 hectares plantados no cerrado baiano com produtividade abaixo de 1.500kg/ha. Ainda de acordo com fontes primárias, são plantados cerca de 120.000 ha de algodão por ano no oeste baiano, com uma produtividade de 250 arrobas/ha/ano¹⁶ (o que equivale a 3,75 ton/ha/ano).

Apesar dos dados primários mostrarem que na Bahia há áreas com produtividade bastante inferior (1,50 ton/ha) e superior (3,75 ton/ha) aos valores apresentados na Tabela 14, optou-se por compor os cenários com base nos dados da referida tabela por se tratarem de produtividades médias que apresentam um crescimento regular ao longo dos anos. Assim, são apresentadas na Tabela 92 as produtividades consideradas para os três cenários.

Tabela 92: Cenários de produtividade do algodão em caroço

Pessimista	Provável	Otimista
2,40 ton/ha/ano	3,00 ton/ha/ano	3,45 ton/ha/ano

Conforme já dito anteriormente, o caroço de algodão corresponde a aproximadamente 62,5% do peso do algodão em caroço. Como o óleo (matéria-prima para o biodiesel) é extraído do caroço, no caso da produção de biodiesel, as produtividades consideradas devem ser as apresentadas na Tabela 92 multiplicadas por 62,5%.

PREÇO DA PLUMA

Como o caroço é um co-produto da cadeia agrícola do algodão, deve-se considerar também a receita gerada pela pluma. Os preços da pluma para os três cenários foram determinados de acordo com a variação das cotações diárias em reais por arroba de pluma de algodão em Barreiras de 2002 a 2006, conforme apresentado no histograma apresentado na Figura 34.

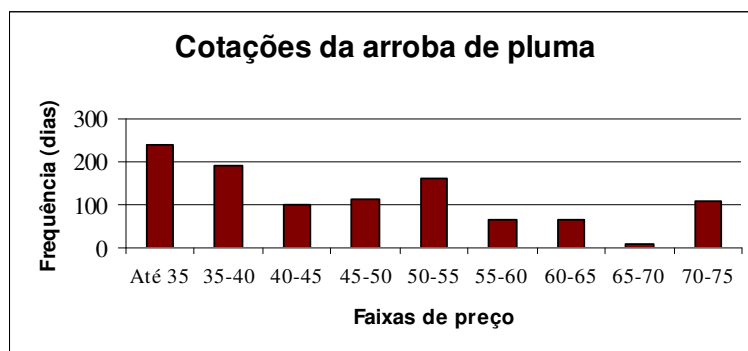


Figura 34: Cotações da pluma de algodão em Barreiras. Fonte: SEAGRI – BA (2006)

Verifica-se uma maior concentração de cotações entre na faixa de preço até R\$35,00/arroba. Analisando esta faixa de preço, verificou-se que as cotações R\$30,00; R\$32,00 e R\$34,00 foram as ocorrências mais frequentes na amostra. Assim, optou-se por adotar estes valores para os cenários do modelo de simulação, conforme apresentado na Tabela 93.

Tabela 93: Cenários de preços da pluma de algodão

Pessimista	Provável	Otimista
R\$ 30,00/@ = R\$ 2.000/ton	R\$ 32,00/@ = R\$ 2.133/ton	R\$ 34/@ = R\$ 2.266/ton

¹⁶ 1 arroba = 15kg

CUSTOS AGRÍCOLAS

Os custos de investimento e os de operação da plantação foram obtidos por fontes primárias e são apresentados na Tabela 94 e na Tabela 95, respectivamente.

Tabela 94: Investimento inicial para o plantio de algodão

Fatores	R\$/ha
Aquisição de terreno	R\$ 1.000,00
Obras civis, instalações prediais, equipamentos, ferramentas, máquinas e veículos	R\$ 1.300,00
Outros Custos	R\$ 10,00
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$ 2.310,00

Tabela 95: Custos operacionais para o plantio do algodão

Fatores	R\$/ha
Combustíveis e Lubrificantes	R\$ 533,00
Manutenção e conservação	R\$ 80,00
Materiais e Insumos	R\$ 2.197,00
Preparo da área (nivelamento, gradagem, capina, análise do solo)	R\$ 45,00
Mão-de-obra para plantio, tratos culturais + colheita + beneficiamento	R\$ 185,00
Despesas Administrativas	R\$ 150,00
CUSTO TOTAL (R\$/ha)	R\$ 3.190,00