

## 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.

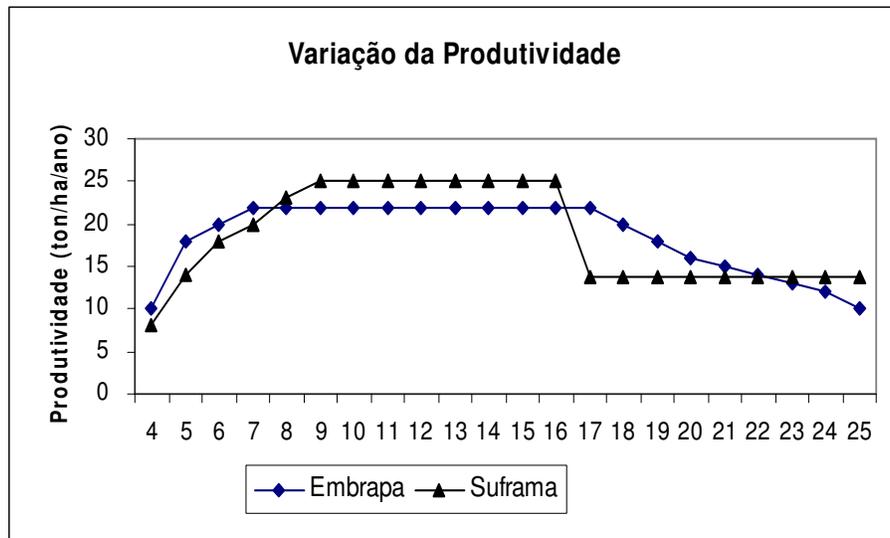


Figura 18: Produtividade do dendê. Baseado em Suframa/FGV (2003) e Embrapa (2005)

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 CIF<sup>9</sup>) 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

<sup>9</sup> 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:

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

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
<b>Mão-de-obra temporária:</b> enchimento de sacos, arrumação nos canteiros, semeio das sementes, seguros, tributos e encargos.	13 homens/ ha	5.460,00
<b>Mão-de-obra permanente (manutenção):</b> 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
<b>CUSTO TOTAL</b>		<b>109.689,32</b>

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
<b>Mão-de-obra temporária:</b> 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
<b>Mão-de-obra permanente (manutenção):</b> 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
<b>CUSTO TOTAL</b>		<b>28.665,12</b>

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

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

<b>Pessimista</b>	<b>Provável</b>	<b>Otimista</b>
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)

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

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

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

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

<b>Fatores</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>
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
<b>CUSTO TOTAL (R\$/ha)</b>	<b>R\$ 2.295,00</b>	<b>R\$ 1.386,00</b>	<b>R\$ 1.506,00</b>

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
<b>CUSTO TOTAL (R\$/ha)</b>	<b>R\$776,45</b>	<b>R\$ 776,45</b>	<b>R\$ 841,63</b>

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
<b>CUSTO TOTAL (R\$/ha)</b>	<b>R\$ 1.323,00</b>	<b>R\$ 1.058,40</b>

#### 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
<b>INVESTIMENTO INICIAL</b>			
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
<b>Investimento Total (em R\$)</b>	<b>R\$ 2.601.408,00</b>	<b>R\$ 5.202.750,00</b>	<b>R\$ 20.004.100,00</b>
<b>CUSTOS OPERACIONAIS</b>			
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
<b>Custo total (R\$/ por ton de CFF)</b>	<b>R\$ 221,60</b>	<b>R\$ 204,50</b>	<b>R\$ 178,40</b>

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
<b>INVESTIMENTO INICIAL</b>	
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	
<b>Investimento total</b>	<b>R\$ 11.332.794,32</b>

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

	<b>Pessimista</b>	<b>Provável</b>	<b>Otimista</b>
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%<sup>10</sup>.

## **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.

---

<sup>10</sup> 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)<sup>11</sup> 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.

<sup>11</sup> 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.

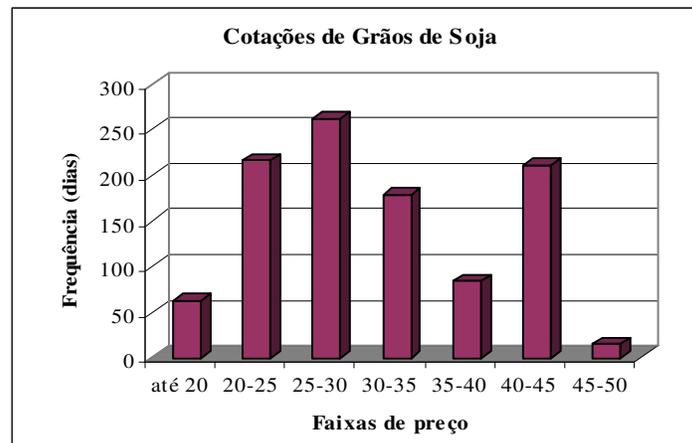


Figura 19: Cotação da soja em Barreiras - BA (em R\$/ton). Fonte: SEAGRI – BA (2006)

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
<b>CUSTO TOTAL (R\$/ha)</b>	<b>R\$ 2.310,00</b>

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
<b>CUSTO TOTAL (R\$/ha)</b>	<b>R\$ 968,40</b>

#### 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		
		Empresa A	Empresa B	Bunge (2004)
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.

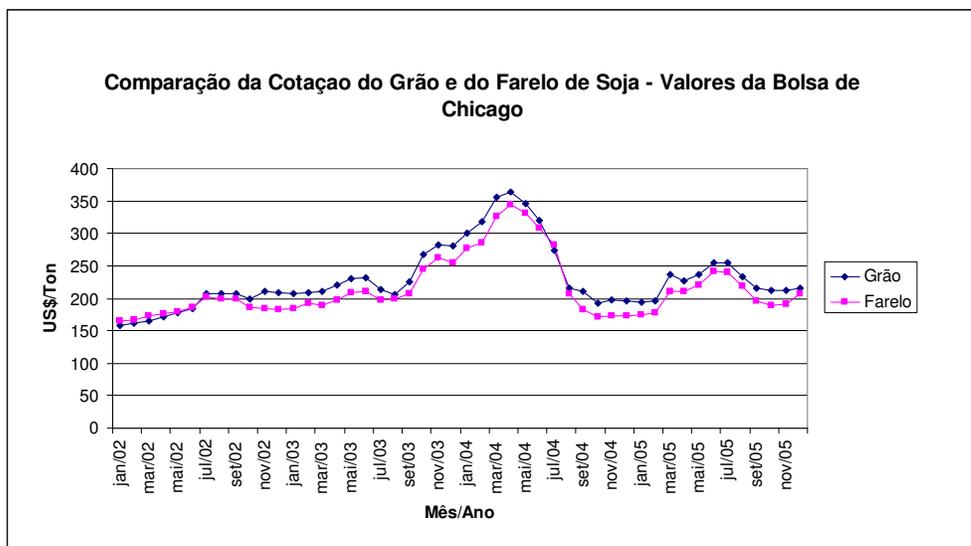


Figura 20: Comparação de cotações do farelo e do grão de soja. Fonte: Abiove (2006)

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%<sup>12</sup>.

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.

---

<sup>12</sup> 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 <sup>(2)</sup>	< 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

<b>Pessimista</b>	<b>Provável</b>	<b>Otimista</b>
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

	<b>Pessimista</b>	<b>Provável</b>	<b>Otimista</b>
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.

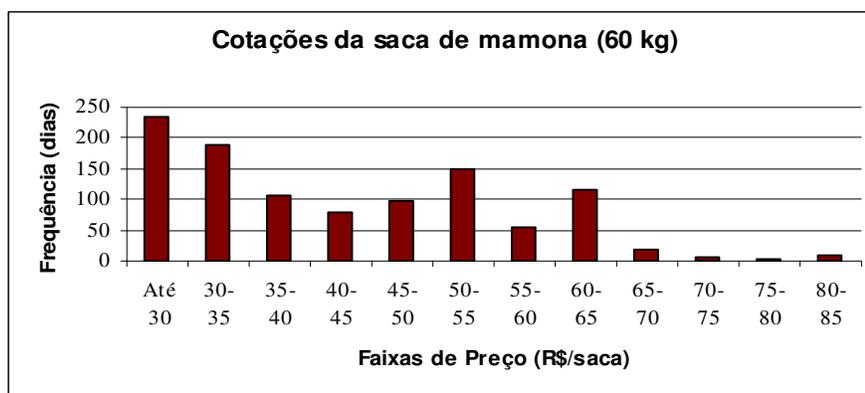


Figura 21: Variação das cotações da mamona em Irecê. Fonte: SEAGRI – BA (2006)

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
<b>CUSTO TOTAL (R\$/ha)</b>	<b>R\$ 2.310,00</b>

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
<b>Total dos Custos</b>	<b>R\$399,50</b>	<b>R\$730,74</b>	<b>R\$1.214,60</b>	<b>R\$613,50</b>	<b>R\$926,90</b>	<b>R\$1.069,94</b>

### 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.

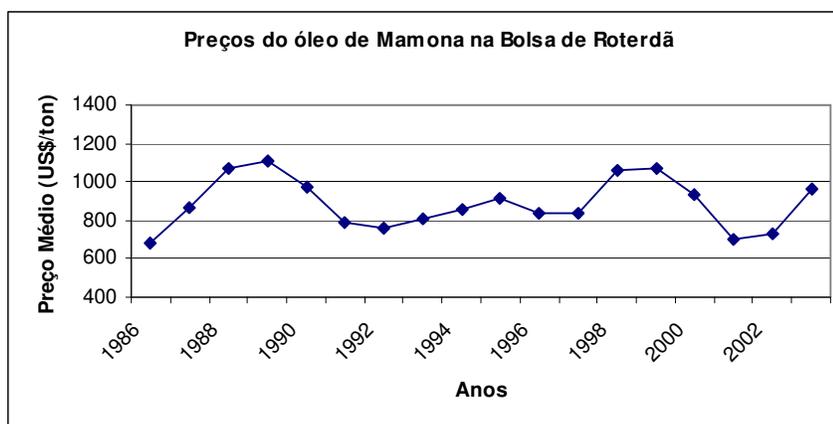


Figura 22: Cotações do óleo de mamona em Roterdã. Baseado em dados do *Oil World*

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%<sup>13</sup>. 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.

---

<sup>13</sup> 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

<b>Produtos</b>	<b>Pessimista</b>	<b>Provável</b>	<b>Otimista</b>
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)

<b>Ano</b>	<b>Algodão</b>
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
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 2.601.408,00</b>	<b>R\$ 2.601.408,00</b>	<b>R\$ 5.666.396,80</b>

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%<sup>14</sup>.

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.

<sup>14</sup> 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)

	<b>Rota Etílica</b>	<b>Rota Metílica</b>
<b>INSUMOS</b>	<b>Consumo (percentual do biodiesel produzido)</b>	
Óleo Vegetal	95,4%	99,5%
Álcool	14%	10,3%
Catalisador	0,05%	0,05%
<b>CO-PRODUTOS</b>	<b>Produção (percentual de biodiesel produzido)</b>	
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.

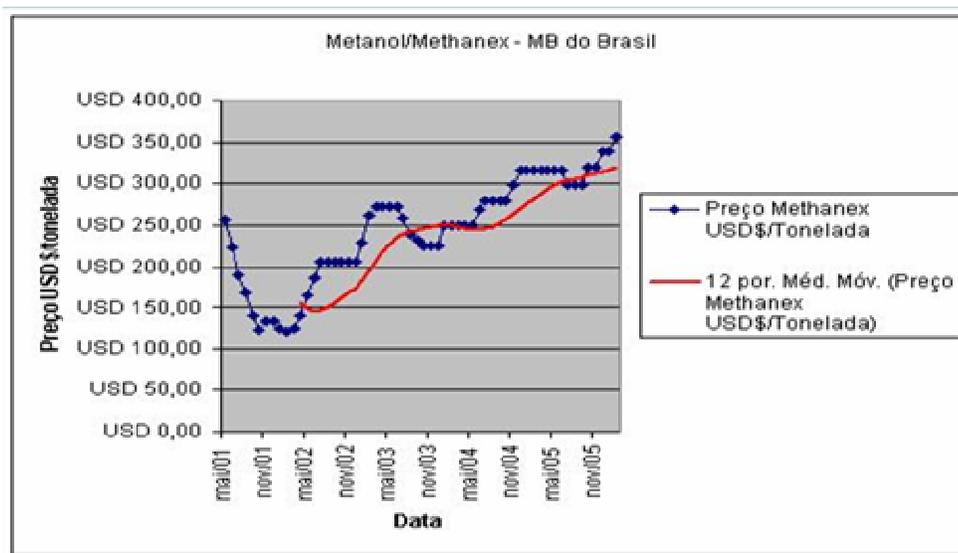


Figura 23: Série histórica de preços do metanol. Fonte: MB do Brasil (2006)

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

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

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)

	<b>Capacidade (litros/ ano)</b>
<b>Fatores</b>	<b>60.000.000</b>
<b>INVESTIMENTO INICIAL</b>	
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
<b>Investimento Total (R\$)</b>	<b>R\$38.700.000</b>
<b>CUSTOS OPERACIONAIS</b>	
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
Fretes	R\$1.189.620
<b>Custo total (R\$)</b>	<b>R\$18.749.673</b>

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

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

	<b>Capacidade (litros/ ano)</b>
<b>Fatores</b>	<b>82.917.000</b>
<b>INVESTIMENTO INICIAL</b>	
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
<b>Investimento Total (US\$)</b>	<b>15.275.180</b>
<b>CUSTOS OPERACIONAIS</b>	
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
<b>Custo total (US\$)</b>	<b>49.578.300</b>

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)
<b>Fatores</b>	<b>100.000.000</b>
<b>INVESTIMENTO INICIAL</b>	
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
<b>Investimento Total (R\$)</b>	<b>R\$32.000.000</b>
<b>CUSTOS OPERACIONAIS</b>	
Utilidades	R\$8.673.000
Pessoal + encargos	R\$480.000
Administração	R\$1.120.000
O&M	R\$2.220.000
<b>Custo total (R\$)</b>	<b>R\$12.493.000</b>

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.