

## COMPOSIÇÃO DE CUSTOS NA CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL

Fernando Moebus, [f\\_moebus@poli.ufrj.br](mailto:f_moebus@poli.ufrj.br)<sup>1</sup>  
Silvio Carlos Anibal de Almeida, [silvioa@gmail.com](mailto:silvioa@gmail.com)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Resumo:** As estimativas de preço para biodiesel podem variar bastante em função dos insumos. Estima-se que a escala de produção pode afetar cerca de 25 % do custo final do biodiesel, enquanto que o preço da matéria-prima pode representar diferenças em até 90 %. Na obtenção do biodiesel, um óleo vegetal reage com um álcool (metanol ou etanol), na presença de um catalisador ácido ou básico, gerando uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos dos ácidos graxos correspondentes, além de glicerina. Na etapa de purificação da mistura obtida, o metanol ou etanol podem ser recuperados em parte, por destilação à vácuo ou à pressão atmosférica. Esse processo gera em média, para cada metro cúbico (1000 litros) de biodiesel, 100 kg de glicerina, que pode ser comercializada barateando o preço final de produção. O objetivo do trabalho é fazer uma análise de sensibilidade do custo de produção de biodiesel produzido em uma planta piloto a partir de diferentes matérias-primas. Uma planilha de custos foi montada, com base no atual processo, permitindo ao usuário quantificar o impacto dos diversos custos na produção de biodiesel.

**Palavras-chave:** Biocombustíveis; Biodiesel; Bioenergia

### 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho faz uma análise econômica das receitas obtidas com o aproveitamento de subprodutos da cadeia produtiva do biodiesel, Fig. (1). Duas tecnologias serão estudadas: a comercialização dos resíduos (cascas, torta) na forma de briquetes e da glicerina. Uma planilha de custos foi desenvolvida para quantificar os custos de obtenção do biodiesel a partir de diferentes matérias-primas em um processo de batelada. Além do custo da matéria prima e de outros insumos (catalisador e metanol), serão analisados os principais fatores que influenciam no custo final do produto e as receitas geradas com a comercialização dos subprodutos. Sem o aproveitamento desses resíduos, o biodiesel dificilmente se tornará um produto economicamente sustentável.



Figura 1. Processo de produção de biodiesel

### 2. CUSTOS DE PRODUÇÃO

O Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais da COPPE/UFRJ conta com uma planta piloto para produção de biodiesel, com capacidade de produzir 1000 litros por batelada, que foi usada como base de escala para a estimativa do custo de biodiesel.

Foi elaborada uma planilha de preços que leva em consideração os seguintes dados: insumos utilizados (matéria-prima, metanol, catalisador) e custos fixos (salários, encargos, manutenção). Nessa planilha, foi levantado o custo de produção de biodiesel a partir de dois diferentes óleos: mamona e soja, que são produzidos em grande escala no país.

Para ocorrer a reação química, é necessário utilizar uma quantidade de metanol equivalente a 22% da quantidade de óleo e algo em torno de 5 gramas de catalisador (NaOH) para cada litro produzido. A soda cáustica (NaOH) foi escolhida como catalisador pois é a mais utilizada no Brasil, embora não funcione muito bem para transformar óleos de fritura e óleos não-refinados em biodiesel. Esses tipos de óleo contêm diferentes percentuais de ácidos graxos, que reagem com a soda e viram sabão.

De acordo com a Tabela (1) o custo de produção é significativamente alto, ou seja, sem o aproveitamento dos seus subprodutos, o biodiesel dificilmente se tornará um produto economicamente sustentável.

**Tabela 1. Custo do biodiesel a partir de diferentes matérias-primas**

<b>Dados Iniciais</b>		
<b>Volume da batelada (litros)</b>	1000	
<b>Número de bateladas por ano</b>	150	
<b>Taxa Câmbio (R\$/US\$)</b>	1,90	
<b>Óleo</b>		
	<b>Mamona</b>	<b>Soja</b>
<b>Preço por quilo (R\$)</b>	3,14	2,82
<b>Preço por quilo (US\$)</b>	1,65	1,48
<b>Massa específica (kg/litro)</b>	0,96	0,90
<b>Insumos</b>		
	<b>Metanol</b>	<b>Catalisador (NaOH)</b>
<b>Preço (R\$)</b>	0,80	2,50
<b>Preço (US\$)</b>	0,42	1,32
<b>Quantidade</b>	22 % do volume de óleo	5 gramas por litro de óleo
<b>Quantidade por batelada</b>		
	<b>Mamona</b>	<b>Soja</b>
<b>Óleo (quilos)</b>	900	900
<b>Óleo (litros)</b>	937,5	1000
<b>Metanol (litros)</b>	206,25	220
<b>Catalisador (kg)</b>	4,69	5
<b>Custos fixos (R\$)</b>		
	<b>Por ano</b>	<b>Por batelada</b>
<b>Salários</b>	6.000,00	40,00
<b>Encargos</b>	3.000,00	20,00
<b>Manutenção</b>	2.000,00	13,33
<b>Total</b>	11.000,00	73,33
<b>Custos por batelada (R\$)</b>		
	<b>Mamona</b>	<b>Soja</b>
<b>Óleo</b>	2.821,50	2.538,00
<b>Metanol</b>	164,59	175,56
<b>Catalisador</b>	11,72	12,50
<b>Custos fixos</b>	73,33	73,33
<b>Custo do biodiesel sem receita</b>		
	<b>Mamona</b>	<b>Soja</b>
<b>Custo por batelada (R\$)</b>	3.071,14	2.799,39
<b>Custo por ano (R\$)</b>	460.670,94	419.909,00
<b>Custo por litro (R\$)</b>	3,07	2,80
<b>Custo por litro (US\$)</b>	1,62	1,47

Não foi considerado, nos resultados da Tabela (1), o reaproveitamento do metanol e do catalisador no processo, por terem pouca influência no preço final do produto. Como se discutirá mais adiante, apenas as receitas com as vendas da glicerina e dos resíduos (cascas, tortas) é que serão significativas na análise econômica do biodiesel.

### 3. SUBPRODUTOS DO BIODIESEL

#### 3.1 Glicerina

A Tabela (2) mostra o impacto da venda da glicerina no preço final do biodiesel.

**Tabela 2. Receita com a venda de glicerina**

<b>Glicerina</b>	
Preço de comercialização por quilo (R\$)	0,80
Relação da massa de glicerina gerada por litro de biodiesel	0,1 kg/litro de biodiesel
Massa de glicerina gerada por batelada (kg)	100
Receitas geradas com a venda de glicerina (por batelada) (R\$)	80,00
Receitas geradas com a venda de glicerina (por ano) (R\$)	12.000,00
Receitas geradas com a venda de glicerina (por litro) (R\$)	0,08

O baixo preço de comercialização da glicerina exibido na Tab. (2) é devido ao fato da glicerina conter impurezas, pois não é viável purificá-la, pois seu preço é pequeno.

Deve-se ter muito cuidado com esses valores de receita, pois o crescimento da produção mundial de biodiesel está gerando um excedente de glicerina. Os preços estão despencando, e tendem a cair mais, porque os mercados tradicionais da glicerina têm uma capacidade limitada de absorção de quantidades maiores do produto.

Buscam-se novas aplicações de grandes volumes para glicerina no mundo, e isto provavelmente se dará nos intermediários para plásticos, como o propanodiol - PDO, contudo não são soluções de curto prazo.

#### 3.2 Briquetagem de resíduos

A biomassa, por ser um combustível renovável, tende a adquirir importância crescente na matriz energética mundial. No Brasil, a proporção da energia total consumida é cerca de 35% de origem hídrica e 25% de origem em biomassa, significando que os recursos renováveis suprem algo em torno de 2/3 dos requisitos energéticos do país.

Em condições favoráveis, os resíduos agrícolas podem contribuir de maneira significativa para com a produção de energia elétrica. Estima-se que, com a recuperação de um terço dos resíduos disponíveis, seria possível o atendimento de 10% do consumo elétrico mundial e que, com um programa de plantio de 100 milhões de hectares de culturas especialmente para esta atividade, seria possível atender 30% desse consumo.

Concretamente, a cadeia produtiva do biodiesel gera alguns subprodutos, cujo aproveitamento é um fator determinante para a viabilidade econômica da produção desse combustível. Dentre os principais pode-se citar: glicerina, farelo e a torta de oleaginosa que são subaproveitados. A comercialização desses produtos gera receitas na medida em que possam ser utilizados em grande escala. Sendo o volume dos subprodutos muito grande, tendo em vista o atendimento das necessidades do país, torna-se cada vez mais difícil a sua completa absorção tanto no mercado nacional como internacional. Esses resíduos vão aumentar ainda mais com a adoção do B-5 na política do governo federal a partir desse ano.

No caso da soja, sua biomassa tem alto valor de mercado como ração animal, então ela é vendida normalmente depois da produção do biodiesel. O mesmo não ocorre no caso de outras plantas como a mamona, que possui uma torta tóxica e sem valor. Assim uma boa maneira de gerar receitas é compactar os resíduos, ou seja, produzir os chamados briquetes.

O trabalho de Alves (2007) analisa a produção de biodiesel com o óleo extraído da semente da mamona no semiárido brasileiro. Esse estudo, feito em Quixeramobim, no Ceará, revela uma baixa produtividade agrícola da mamona (1500 kg/ha) e um grande desperdício dos resíduos com potencial energético, causando impactos ao ambiente e à saúde humana. Esse trabalho (Alves, 2007) mostra que a energia contida nos resíduos da produção de biodiesel de mamona é maior que a produzida pelo biocombustível. Dessa forma, o aproveitamento integral da biomassa possibilita uma melhor eficiência energética, uma vez que a composição gravimétrica da mamona é: 25 % caule, 45 % folha e 30 % cacho (valores médios). Além do mais, estes resíduos são deixados em monturos, queimados ou usados como adubo orgânico, uma vez que a sua toxicidade impede a venda como ração, apesar do seu alto teor protéico (Azevedo e Lima, 2001). Por isso, como já foi dito, uma alternativa interessante é a briquetagem dos resíduos para posterior comercialização.

O briquete constitui uma fonte concentrada e comprimida de material energético, que pode ser obtido a partir de qualquer biomassa sólida vegetal. Pode-se afirmar que é a melhor forma de aproveitamento os resíduos e a mais fácil de armazenar.

Os briquetes substituem com enormes vantagens a queima de óleo combustível e de madeira em fornalhas, processos de gaseificação, lareiras, constituindo um excelente substituto ao carvão vegetal e mineral, altamente poluidor. A redução de volume na transformação é na ordem de 4 a 10 vezes, eliminando os resíduos incômodos e por vezes onerosos pelo espaço que ocupam.

Pelo seu baixo custo de implantação e domínio da tecnologia, a briquetagem das cascas e das tortas tóxicas (como no caso da mamona e pinhão manso) é uma alternativa interessante para eliminação dos resíduos para posterior

comercialização dos coprodutos da indústria de biodiesel. Vale ressaltar, no entanto, que não é viável produzir briquetes a partir da torta da soja, pois esta tem elevado valor comercial como ração animal.

**Tabela 3. Receita com a venda de briquete da mamona**

<b>Briquete</b>	
Preço de comercialização de briquete por tonelada (R\$)	300,00
Custo fixo para produção de briquete por tonelada (R\$)	90,00
Relação da massa de resíduos gerada por litro de biodiesel	1,7 kg/litro de biodiesel
Volume da batelada (litros)	1000
Número de bateladas por ano	150
Massa de resíduos gerada por batelada (kg)	1.700
Receitas geradas com a venda de briquete (por batelada) (R\$)	357,00
Receitas geradas com a venda de briquete (por ano) (R\$)	53.550,00
Receitas geradas com a venda de briquete (por litro) (R\$)	0,36

A Tabela (3) mostra os benefícios que a venda de briquetes traz para a produção de biodiesel de mamona. Assim, concluímos que se não for desperdiçada a torta da mamona, além de eliminarmos material tóxico e com pouco valor, podemos gerar valores que irão baixar o custo do litro de biodiesel desse óleo em até R\$ 0,36.

### 3.3 Receitas obtidas com subprodutos

A Tabela 4 resume as receitas com a venda do biodiesel e dos subprodutos obtidas com uma produção anual de 150.000 litros e 150 bateladas para a mamona. Nesse caso não foi feita uma análise com o biodiesel de soja, pois seus resíduos são vendidos como ração animal, e não na forma de briquetes.

**Tabela 4. Receita com a venda do biodiesel de mamona e dos subprodutos relativas a uma produção anual de 150.000 litros**

<b>Receitas</b>		
Volume total de biodiesel (por ano) (litro/ano)	150.000	
Preço de venda do biodiesel (R\$/litro)	2,91	
Massa de glicerina gerada por batelada (kg)	100	
Relação da massa de glicerina gerada por litro de biodiesel	0,1 kg/litro de biodiesel	
Preço de comercialização de glicerina por quilo (R\$)	0,80	
Massa de resíduos gerada por batelada (kg)	1.700	
Relação da massa de resíduos gerada por litro de biodiesel	1,7 kg/litro de biodiesel	
Preço de comercialização de briquete por tonelada (R\$)	300,00	
Receitas geradas com a venda de biodiesel (por ano) (R\$/ano)	436.546,06	86,9%
Receitas geradas com a venda de glicerina (por ano) (R\$/ano)	12.000,00	2,4%
Receitas geradas com a venda de briquete (por ano) (R\$/ano)	53.550,00	10,7%
<b>Total de receitas (por ano) (R\$/ano)</b>	<b>502.096,06</b>	<b>100%</b>

Na Tabela (4) o preço de venda do biodiesel foi calculado da seguinte forma: custo do biodiesel sem receita – receita gerada com a venda de glicerina – receita gerada com a venda de briquete + lucro de R\$ 0,20 por litro de biodiesel. Dessa forma podemos analisar na última coluna que 86,9% das receitas são provenientes do biodiesel, 10,7% do briquete e apenas 2,4% da glicerina.

## 4. CONCLUSÃO

Na geração de energia a partir de oleaginosas, o foco apenas na produção de combustível líquido com o óleo extraído da semente, o biodiesel, despreza parte significativa do poder calorífico presente na biomassa do fruto, descartando as cascas e subutilizando a torta como coproduto, farta massa ligno-celulósica e fonte energética alternativa. A produção de energia com eco-eficiência aproveita integralmente a biomassa com geração zero de resíduo.

A eficiência econômica e ecológica é comprovada com a produção de mais riqueza com os mesmos recursos naturais (energia solar, terra e água), ampliando sua produtividade, enquanto a prevenção ambiental pela não geração de resíduos sólidos contribui para estabilização do nível atual de degradação.

Em relação aos custos, podemos perceber na Tab. (5) que é imprescindível gerar receita com a biomassa residual para que o preço do biodiesel não chegue ao mercado com valores muito altos. A glicerina, por sua vez, além de não desempenhar um papel muito importante para redução do preço do biodiesel, tende a ser cada vez menos significativa caso o mercado não consiga absorver seu excedente.

Tabela 5. Lucratividade com a venda do biodiesel da mamona e com seus subprodutos

Lucratividade		
Volume da batelada (litros)	1000	
Nº de bateladas por ano	150	
Relação da massa de glicerina gerada por litro de biodiesel (kg/l)	0,1	
Relação da massa de resíduos gerada por litro de biodiesel (kg/l)	1,7	
Lucro líquido anual – Biodiesel (R\$)	30.000,00	31,4%
Lucro líquido anual – Glicerina (R\$)	12.000,00	12,6%
Lucro líquido anual – Briquete (R\$)	53.550,00	56,0%
<b>Lucro líquido total (R\$)</b>	<b>95.550,00</b>	<b>100%</b>

## 5. REFERÊNCIAS

- \_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional 2006: ano base 2005: Brasília: MME, 2006.
- Alves, J. O. , Eco-eficiência na produção de energia com biomassa da mamona. Dissertação de Mestrado -UNIFACS, 2007.
- \_\_\_\_\_. Titration (testing for free fatty acids in restaurant fryer oil), 2005. Disponível em : <<http://www.localb100.com/testbatch/titration/>>. Acesso em: 1 fev. 2010.
- Agroind. Preço do metanol cai US\$ 1 em 5 meses, 2008. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/energia/preco-metanol-cai-5-meses-23-05-08.htm>>. Acesso em: 1 fev. 2010.
- Alovert, M. Recomendação de: "Biodiesel Homebrew Guide". S/D
- Azevedo, D.M.P.; LIMA, E.F., O Agronegócio da mamona no Brasil. Embrapa Informação Tecnológica, 2001.
- Costa, F.X. et al.; Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Energia e sustentabilidade - Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. s.p
- Embrapa. Óleos de mamona e de soja têm preços próximos no mercado mundial, 2008. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?%20id=24918>>. Acesso em : 25 jan. 2010.
- May, Peter H.; LUSTOSA, M.C.; VINHA, V. da Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 318 p.
- Mielniczuk, J.. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A.O. (ed.), Fundamentos da matéria orgânica do solo - Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 1-8.
- Silva, N.; USP desenvolve técnica ultrarrápida para produzir biodiesel, 2009. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=usp-desenvolve-tecnica-ultrarrapida-produzir-biodiesel&id=>>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

## COMPOSITION OF THE COSTS OF BIODIESEL PRODUCTION CHAIN

Fernando Moebus, [f\\_moebus@poli.ufrj.br](mailto:f_moebus@poli.ufrj.br)<sup>1</sup>  
 Silvio Carlos Anibal de Almeida, [silvia@gmail.com](mailto:silvia@gmail.com)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro

**Abstract:** *The estimated price for biodiesel can vary greatly depending on the inputs. It is estimated that the scale of production can affect about 25% of the final cost of biodiesel, while the price of raw material may represent differences in up to 90%. In the determination of biodiesel, a vegetable oil reacts with an alcohol (methanol or ethanol) in the presence of an acid or base catalyst, generating a mixture of ethyl or methyl esters of corresponding fatty acids, and glycerin. In step purification of the mixture obtained, methanol or ethanol can be recovered in part, by vacuum distillation or atmospheric pressure. This process generates on average, for every cubic meter (1000 liters) of biodiesel, 100 kg of glycerine, which can be marketed lowers the final price of production. The objective of this study is to analyze the sensitivity of the production cost of biodiesel produced in a pilot plant from different raw materials. A spreadsheet of costs was set up, based on the current process, allowing the user to quantify the impact of various costs in the production of biodiesel.*

**Keywords:** *Biofuels, Biodiesel, Bioenergy*

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.