

**UNIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO E DA REGIÃO  
DO PANTANAL – UNIDERP**

**MARLI DA SILVA GARCIA**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO BIODIESEL PROVENIENTE DA SOJA,  
GIRASSOL E MAMONA EM DOURADOS - MS**

**CAMPO GRANDE – MS**

**2007**

**MARLI DA SILVA GARCIA**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO BIODIESEL PROVENIENTE DA SOJA,  
GIRASSOL E MAMONA EM DOURADOS - MS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em nível de Mestrado Profissionalizante em Produção e Gestão Agroindustrial da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do pantanal, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Produção e Gestão Agroindustrial.

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Francisco de Assis Rolim Pereira

Profa. Dra. Andréa Ferraz Fernandez

Prof. Dr. Fernando César Bauer

**CAMPO GRANDE – MS**

**2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UNIDERP

G216a

Garcia, Marli da Silva.

Análise da viabilidade do biodiesel proveniente da soja, girassol e mamona em Dourados - MS / Marli da Silva Garcia. -- Campo Grande, MS, 2007.

43 f. : il.

Dissertação (mestrado)- Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, 2007.

“Orientação: Prof. Dr. Francisco de Assis Rolim Pereira”.

1. Biodiesel - Dourados (MS) 2. Agroenergia 3. Óleo vegetal como combustível - Análise econômica 4. Desenvolvimento sustentável I. Título.

CDD 21.ed. 338.4766535098171  
333.7932098171

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Candidata: **Marli da Silva Garcia**

Dissertação defendida e aprovada em 11 de setembro de 2007 pela Banca Examinadora:

---

Prof. Doutor **Francisco de Assis Rolim Pereira (Orientador)**

---

Prof. Doutor **José Ubirajara Garcia Fontoura (ORGANOESTE)**

---

Profa. Doutora **Andrea Ferraz Fernandez (UNIDERP)**

---

Prof. Doutor **Luiz Eustáquio Lopes Pinheiro**  
**Coordenador do Programa de Pós-Graduação**  
**em Produção e Gestão Agroindustrial**

---

Prof. Doutor **Raimundo Martins Filho**  
**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UNIDERP**

*A Deus, pela permissão de realizar um grande sonho e pela presença constante em todos os momentos da minha vida.*

*Um agradecimento especial ao meu esposo Cicero e aos meus queridos filhos Marjorie e Henrique que permaneceram sempre ao meu lado, nos bons e maus momentos, a minha mãe Aparecida e meu pai Francisco (in memórian) que me ajudaram a vencer mais esta etapa da minha vida. A todos vocês, meu muito obrigado.*

## AGRADECIMENTOS

Um trabalho desta natureza não é obra que o tempo pode definir.

É o resultado de inúmeras relações humanas.

Relações que permanecem.

Este trabalho é uma construção coletiva.

Por isso, agradeço a todos pelo aprendizado adquirido, pela convivência, pela palavra, pela dúvida, pelo esclarecimento, pelo estímulo.

Um agradecimento todo especial aos amigos queridos e principalmente aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram com minha dissertação: Dr. Renato Roscoe e M.Sc. Alcel Richetti, Embrapa Agropecuária Oeste; Ademar Mayer , Coagri; Luiz Felipe Blanco Alencar, Biocar; Janaina da Conceição Oliveira Pinto, Uniderp; Ronei Dutra.

A UNIDERP e aos meus queridos professores e principalmente ao meu querido orientador Dr. Francisco de Assis Rolim Pereira e o professor Dr. Edison Rubens Arrabal Arias que não mediram esforços para me orientar.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Potencialidade de Produção.....	16
2.2 Cultura da soja no município de Dourados.....	17
2.3 Cultura do girassol no município de Dourados.....	17
2.4 Cultura da mamona no município de Dourados.....	18
2.5 Sustentabilidade no Campo.....	19
2.6 Extração do óleo.....	20
2.7 Processos da Produção do Biodiesel.....	22
2.8 Qualidade do biodiesel.....	23
2.9 Glicerina.....	23
2.10 Evolução do Marco Regulatório.....	24
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
4.1 Custo de produção dos Óleos.....	27
4.2 Girassol.....	29
4.3 Mamona.....	30
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>37</b>

## RESUMO

Esta pesquisa efetuou uma análise acerca da viabilidade econômica do biodiesel proveniente das oleaginosas: mamona (*Ricinus comunis*), girassol (*Helianthus annuus*) e soja (*Glycine max*), motivada pelo crescente interesse por fontes alternativas de energia que contribuam para mitigar as emissões de CO<sub>2</sub>. O foco da pesquisa foi analisar os principais custos dentro da cadeia do biodiesel que pudessem esclarecer qual das três culturas é mais viável economicamente para o produtor de biodiesel. Para tanto foi efetuada inicialmente uma análise acerca dos custos agronômicos, esmagamento e custo de transesterificação. Os principais resultados encontrados mostraram que do ponto de vista econômico, a produção de biodiesel apresenta-se com maior viabilidade a partir do cultivo da soja, seguida do girassol. Conclui-se portanto que analisando os fatores de produção, processos de beneficiamento e o retorno econômico, a mamona é a fonte menos indicada para produção de biodiesel na região de Dourados, Mato Grosso do Sul. A atividade é viável através do cultivo da soja e do girassol.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; matriz energética; agroenergia.



## ABSTRACT

This research includes an analysis of the economic viability of biodiesel from oil castor (*Ricinus comunis*), sunflower (*Helianthus annus*) e soy (*Glicyne max*), which were motivated by the growing interest for alternative sources of energy which contribute to the diminishing of CO<sub>2</sub> emissions. The focal point of this research was to analyze the primary costs within the biodiesel productive chain and detect which of the three cultures is the most economically viable for the biodiesel producer. Initially an analysis was made concerning the agronomic costs, extraction and transesterification. The primary results demonstrated that the production of biodiesel is economically more feasible with soy culture, followed by sunflower. It is concluded, therefore, that analyzing the productive factors, beneficiary processes and the economic return on investment, the castor is the source that is less indicated for the production of biodiesel in the region of Dourados, Mato Grosso do Sul. This activity is more viable when soy or sunflower is cultured.

**Key-words:** Sustainability; energetic matrix, agroenergy

## 1. INTRODUÇÃO

O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que pode ser obtido pela transesterificação que consiste numa reação química de óleos vegetais ou de gordura animal com o álcool comum etanol ou o metanol estimulado por um catalisador.

Os esforços no sentido de intensificar a utilização de combustíveis alternativos seguem a tendência mundial de descarbonização da energia, por meio do uso de fontes com menores teores de carbono e mais ricas em hidrogênio em sua composição química. Dentre os diversos combustíveis alternativos, que mundialmente são objeto de pesquisa, o biodiesel aparece como uma evolução, na tentativa de substituição do óleo diesel mineral por um oriundo de biomassa (MARQUES e JOSEPH 2006).

Segundo Brawn (2006), o aumento de concentração do CO<sub>2</sub> tem duas origens: a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento. Anualmente, mais de 6 bilhões de toneladas de carbono são liberadas na atmosfera com a queima de combustíveis fósseis. As estimativas da liberação de carbono pelo desmatamento variam muito, mas se concentram em 1,5 bilhões de toneladas/ano. A liberação de CO<sub>2</sub> dessas duas fontes está simplesmente suplantando a capacidade da natureza de fixar o dióxido de carbono.

A emissão de CO<sub>2</sub>, um dos principais gases causadores do efeito estufa, é reduzida em 7% na utilização de B5 (5% de biodiesel e 95% de diesel), 9% na utilização de B20 e 46% no caso do uso de biodiesel puro. A emissão de material particulado e fuligem são reduzidas em até 68% com o uso de biodiesel e há queda de 36% dos hidrocarbonetos não queimados. Extremamente significativa também é a redução nos gases de enxofre - que são os causadores da chuva ácida, de 17% para o B5, 25% para o B20 e 100% para o biodiesel puro, uma vez que, diferentemente do diesel de petróleo, o biodiesel não contém

enxofre (BIOMUNDO, 2007).

Com o aquecimento global alguns fenômenos estão acontecendo no mundo, o agravamento das catástrofes climáticas, as crises políticas no Oriente Médio e o crescimento econômico da China, têm colocado em xeque o modelo de desenvolvimento adotado pelas civilizações modernas, baseado no petróleo como principal fonte de energia (VIEIRA, 2006).

Para que as gerações futuras possam ter melhor qualidade de vida no planeta, é necessário que a humanidade mude seus hábitos no presente. O uso de combustíveis não poluentes como o biodiesel é de suma importância. O crescente interesse por essas fontes alternativas de energia, principalmente por aquelas que contribuam em mitigar as emissões de CO<sub>2</sub> como o álcool etanol e o biodiesel são vistos como alternativas viáveis pelos pesquisadores para a descarbonização do planeta.

O biodiesel é um combustível que vem apresentando um potencial promissor no mundo inteiro, e um mercado que cresce aceleradamente principalmente pela sua enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, bem como fonte estratégica de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo. Para o Brasil esta é uma tecnologia bastante adequada, devido à disponibilidade de diversas espécies de plantas oleaginosas e de álcool etílico derivado da cana-de-açúcar.

Dentre as alternativas de espécies vegetais com potencial para produção de biodiesel as culturas em um sistema de produção como a soja, girassol e mamona são as que mais se destacam, todavia para essa finalidade não há informações suficientes para o produtor sobre os custos e a viabilidade gerada a partir da comparação entre essas culturas em Dourados, Mato Grosso do Sul. Em função dessa carência de dados sobre a análise de custos, desde a produção do grão, esmagamento e transesterificação, fazem com que perdure a dúvida sobre qual fonte de biodiesel é mais eficiente para o produtor da região.

O objetivo deste trabalho foi estimar a viabilidade de produção do biodiesel e identificar aquelas que apresentem maior eficiência, tomando-se como base as matérias primas oriundas das culturas de mamona (*Ricinus*

*comunis*), girassol (*Helianthus annuus*) e soja (*Glicyne max*), na região de Dourados, Mato Grosso do Sul.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O uso de biodiesel resulta numa redução significativa das emissões de gases causadores do efeito estufa. Isso se deve ao fato de que o biodiesel é uma energia limpa, não poluente e que pode ser usada pura ou misturada com o diesel mineral em qualquer proporção em motores diesel convencional. Para o produtor rural que utiliza vários tipos de máquinas movida a diesel, a adoção do biodiesel surtirá um impacto ambiental positivo.

Segundo Passos (2004), o biodiesel pode ser considerado neutro na produção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Quando as espécies vegetais estão crescendo, absorvem aproximadamente a mesma quantidade de dióxido de carbono que é emitida durante o processo de combustão, tornando o balanço de Carbono praticamente zero. Como o óleo diesel é uma fonte importante de gases associados à poluição do ar atmosférico, a redução do consumo deste derivado de petróleo, devido à introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, resultará na redução das emissões de gases poluentes, possibilitando a negociação dos créditos de carbono excedentes e, deste modo, gerando divisas para o País.

Para Benedetti *et al.* (2006), um dos desafios que se colocam para as atuais gerações é como promover o crescimento e desenvolvimento econômico sem destruir ainda mais o meio ambiente. Durante os últimos duzentos anos o homem preocupou-se apenas em promover a industrialização como forma de melhorar o padrão de vida da humanidade. É inegável que o padrão de vida de algumas sociedades tenha melhorado, no entanto essa situação não é a realidade no mundo todo.

O Ministério da Ciência e Tecnologia (2002) relata que o Brasil apesar de não ser um dos grandes emissores de gases poluentes, vem provendo alternativas para o desenvolvimento da matriz energética nacional e para a

atualização periódica dos inventários nacionais sobre as emissões de gases do efeito estufa. Vislumbrando o mercado de crédito de carbono que terá uma importância vital para que nosso país possa conquistar espaços e usufruir desta nova estratégia de geração de riquezas, distribuição de rendas, inclusão social, produzindo matéria prima para industrialização dos biocombustíveis.

Estudos já apontam que, a utilização da biomassa para fins energéticos, vem tendo uma participação crescente perante matriz energética mundial, levando as estimativas de que até o ano de 2050 deverá dobrar o uso mundial de biomassa (FISCHER, 2001).

## **2.1. Potencialidade de Produção**

Segundo Bilich (2005), o Brasil apresenta grande potencial na produção de biodiesel, destacando a utilização de fatores de produção com menor custo e abundantes, como disponibilidade de mão de obra e terra. O país possui a maior extensão de terras não utilizada para produção agrícola, além de outras em degradação. Há aproximadamente 90 milhões de hectares de terras que podem ser utilizadas no processo produtivo. Na região do cerrado, por exemplo, mais de 20 milhões de hectares poderão ser utilizada nos próximos anos na integração agricultura-pastagem. Neste cenário, o agronegócio brasileiro do biodiesel mostra vantagem competitiva na produção desses produtos em relação aos demais países.

Para o Ministério do Desenvolvimento Agrário (2005), o uso do biodiesel não se restringe aos motores a diesel, por exemplo, mas também é viável para a geração de energia elétrica. Outra grande vantagem é que o resíduo resultante do esmagamento das oleaginosas serve como ração animal e adubo para a lavoura. Além do ganho econômico, a diminuição dos níveis de poluição ambiental é uma das principais promessas do diesel vegetal. Devido ao extenso território tropical, o Brasil é uma das nações com maior potencial de produção de energia renovável.

## **2.2. Cultura da soja no município de Dourados**

Segundo Cadwell (1985), a soja foi introduzida no Brasil em 1908, por migrantes japoneses no estado de São Paulo. Ela sempre foi importante na alimentação da humanidade e por ser uma das fontes de proteínas e riquíssima em vitaminas e minerais que é excelente para o crescimento e a manutenção do corpo humano. Atualmente a soja tem o farelo como o seu principal produto que é uma das fontes de nutrientes para as rações animais.

O explosivo crescimento da produção de soja no Brasil mudou a economia e o desenvolvimento do País, inicialmente auxiliada pelo trigo, a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial no Brasil. Pela sua abrangência e representação foi a grande responsável pela aceleração da mecanização das lavouras brasileiras, modernização do sistema de transportes, expansão da fronteira agrícola, profissionalização, incremento do comércio internacional, enriquecimento da dieta alimentar dos brasileiros, aceleração da urbanização do País. As tecnologias de produção de soja são o resultado do esforço conjunto realizados pelas instituições de pesquisa, ensino e extensão rural que tem contribuído para o aperfeiçoamento e o desenvolvimento da agricultura na região central do Brasil (RICHETTI, 2006b).

No município de Dourados o custo total de produção do grão de soja, de acordo com Richetti (2006b), é estimado em R\$ 941,43 distribuídos em custo variável de R\$ 724,27 e custo fixo de R\$ 217,16 safra 2006/07, com estimativa de Produtividade esperada 3.300 kg/ha. No anexo I, os dados são apresentados com maiores detalhes.

## **2.3 Cultura do girassol no município de Dourados**

O Girassol é uma dicotiledônea anual da família compositae, originária do continente Norte Americano. O cultivo no Brasil se deu no início da colonização na região sul do Brasil no final do século XIX, o Primeiro cultivo comercial foi em São Paulo no ano de 1902, sendo a semente distribuída pela Secretaria da Agricultura.

O girassol está entre as quatro maiores oleaginosas produtora de óleos vegetais comestíveis do mundo. É energeticamente renovável, contém fontes de proteínas para os humanos e animais (CAVASIN JR., 2001).

No município de Dourados o girassol é pouco cultivado, com o custo total de produção do grão na safra 2006/07, conforme anexo II, estimado em um custo total de R\$ 610, 11, distribuído em custo fixo de produção de R\$ 157, 46, e variável de R\$ 452, 65, para uma produtividade esperada de 1.800 kg/ha (RICHETTI, 2006a).

## **2.4 Cultura da mamona no município de Dourados**

A mamona é uma planta originária da Etiópia, no continente Africano, foi trazida para o Brasil pelos colonizadores portugueses. A extraordinária capacidade de adaptação da mamona e as múltiplas áreas da indústria, tais como lubrificantes para motores de alta rotação, carburadores de motores a diesel, fabricação de produtos farmacêuticos, sabões, xampus, perfumes, fabricação de tintas, vernizes, impermeabilizantes de superfície, fluidos hidráulicos e nylon. O óleo de mamona apresenta como característica importante a alta resistência ao atrito, baixo ponto de congelamento e resistência ao calor (MELHORANÇA, 2005).

Na região de Dourados a cultura não tem grande destaque, é necessária a realização de pesquisas visando desenvolver tecnologias. O custo de produção do grão, conforme Melhorança (2005), apresentado no anexo III, é de R\$ 1.036,45, distribuídos em custo variável R\$ 752,70 e fixo R\$ 283,75 da safra 2005/06, com estimativa de produtividade esperada de 1.500 kg/ha.,

Os custos de produção foram levantados tomando-se como base a média dos sistemas de produção predominantes entre produtores do município de Dourados no Estado de Mato Grosso do Sul. Cada propriedade tem particularidades quanto à topografia, condições físicas e de fertilidade dos solos, tipo de máquinas, área plantada, nível tecnológico e até mesmo aspectos administrativos, o que as torna diferenciadas quanto à estrutura e valores dos custos de produção.



## 2.5 Sustentabilidade no Campo

O Brasil é um país que tem grande possibilidade de ser um dos maiores produtores de biocombustíveis mundial, existem muitas áreas disponíveis em todas as regiões. No Mato Grosso do Sul existem muitas áreas com baixa produtividade, na região de Dourados onde se realizou a pesquisa, encontram-se grandes extensões de terras que podem ser melhor aproveitadas para produzir matéria prima para os biocombustíveis.

No Grupo de Trabalho Interministerial (2003), relatou-se que o biodiesel cria novas oportunidades como à inclusão com sustentabilidade, combate ao desemprego e impactos ambientais positivos, resguardando o compromisso com as gerações futuras. O representante do Ministério do desenvolvimento agrário MDA assinalou que o foco do programa deve ser fazer da necessidade de buscar saídas para o problema da energia, uma oportunidade para promover a inclusão social.

Segundo Simioni (2006) o biodiesel pode ser um importante produto para exportação e para a independência energética nacional, associada à geração de emprego e renda nas regiões mais carentes do Brasil. O Brasil importa, anualmente, cerca de 40 milhões de barris de óleo diesel, o que representa uma despesa na nossa balança de pagamentos de pelo menos 1,2 bilhões de dólares. Além da perspectiva de auto-suficiência em diesel, o Brasil é apontado por especialistas do mundo todo como o país com potencial para se tornar o principal exportador de biodiesel.

Para Campos (2005) da Secretaria de Agricultura Familiar do MDA, as regiões onde o solo está mais exposto ao sol são as mais propícias para produção de oleaginosas, como o semi-árido. Se a agricultura familiar participar desse processo, imaginamos que, num cenário modesto, gerariam cerca de 270 mil empregos diretos na agricultura familiar ou nos assentamentos da reforma agrária, projeta Campos. Ele lembra que a demanda pelo produto tende a crescer muito num curto prazo de tempo.

Para a comissão de biodiesel da ABIOVE (2005), o Brasil apresenta todas as condições para a criação de um programa nacional de produção do biodiesel sustentável e amplo, com potencial de expansão agrícola,

desenvolvendo um programa de biodiesel com desenvoltura pela diversidade de matérias-primas regionais.

## **2.6 Extração do óleo**

Estudo elaborado por Mendes (2006), relata que as máquinas e equipamentos utilizados dependem do método escolhido para extrair o óleo, o qual pode ser prensagem a frio ou a quente e extração por solvente.

A prensagem a frio ou quente é a menos produtiva e é empregada para a produção de óleo de elevada pureza utilizado para fins medicinais. O grande problema é o residual de óleo que fica no grão. Neste processo o volume de produção não é muito grande, é mais usado para sementes exóticas, sem grandes áreas cultivadas, como o, mamona, nabo forrageiro dentre outros, este tipo de processo também é indicado para produção de biodiesel em pequena escala.

A extração por solvente é o processo mais utilizado nas grandes indústrias, trabalha-se com grandes volumes, a extração é quase total, com residual de óleo na torta de no máximo de 1 a 2 %, e pode ser usado qualquer tipo de semente. A extração do óleo tem que ser feito separadamente, pois cada semente tem uma preparação e uma textura diferente.

Para a produção do biodiesel, o melhor método de extração do óleo é por prensagem a quente, conjugado à extração por solvente, por gerar uma maior produtividade.

A primeira extração do óleo ocorre por prensagem e origina a torta gorda, a qual é submetida ao processo de extração por solvente para a retirada do óleo remanescente da prensagem, produzindo a torta magra ou farelo. O solvente utilizado é o hexano, um derivado do petróleo. Ele é muito utilizado na extração de óleos e gorduras vegetais porque pode ser recuperado no processo, tem baixo custo e é de fácil aquisição. Não se distingue significativas qualidades neste solvente ofertado no mercado, sendo o menor preço o fator decisivo na sua comercialização. Este processo é viável para grandes volumes

de produção, é mais usado para a soja e girassol.

Como é um processo químico de alta periculosidade, exige trabalhadores qualificados, isso implica que ações deverão ser empreendidas objetivando capacitá-la dentro das normas de segurança e o devido uso de Equipamentos de Proteção Individual - EPI. Outro aspecto a ser observado com relação à mão-de-obra é a sensibilidade de algumas pessoas ao processamento da semente, manifestado pela congestão nasal e irritação nos olhos e nariz, portanto, é necessário proceder à seleção das pessoas que trabalharão no beneficiamento através da realização de um teste de sensibilidade, expondo-as ao trabalho por um curto período, para escolher as que não são alérgicas.

De acordo com informações pessoais e restritas obtidas junto às empresas multinacionais em Dourados (2007), no processamento do grão o teor de óleo varia dependendo do método aplicado, conforme Quadro 1.

**QUADRO 1** - Teores de óleo extraído por toneladas em Dourados, MS. 2007

Processos	Culturas		
	Soja	Girassol	Mamona
Percentual de óleo no Grão	18% a 22 %	38% a 45%	36% a 54%
Extração por prensagem	100 a 140 l/t	300 a 370 l/t	280 a 480 l/t
Extração por solvente	165 a 205 l/t	365 a 435 l/t	345 a 525 l/t

A variação em porcentagem do óleo no grão é grande e depende da espécie da semente. A tendência é selecionar grãos com maior teor de óleo.

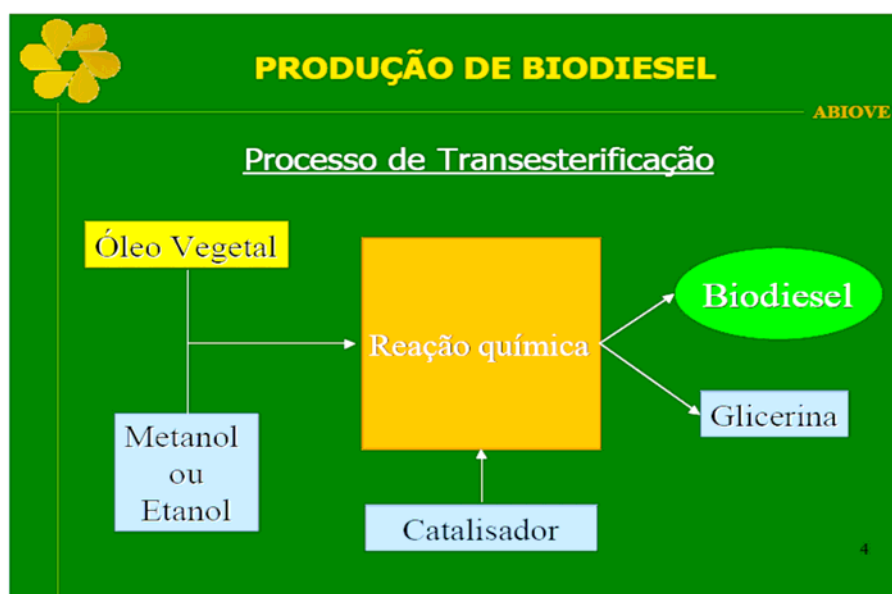
Se o grão estiver seco entre 10 a 12% de umidade e limpo, a quantidade de farelo vai ser a diferença de peso entre o grão que entrou no processo, menos o peso de óleo extraído, menos 2% de quebra industrial relacionada à diminuição da umidade no farelo e os resíduos, que vão variar de acordo com o tipo de grão.

## 2.7 Processos da Produção do Biodiesel

O processo de produção do biodiesel é composto das seguintes etapas: preparação da matéria-prima, reação de transesterificação, separação de fases, recuperação e desidratação do álcool, destilação da glicerina e purificação desse combustível renovável.

O biodiesel é obtido através do processo de transesterificação, ilustrada na Figura 1, o qual envolve a reação do óleo vegetal (obtido através do processamento / esmagamento da oleaginosa), com álcool, utilizando como catalisador a soda cáustica. O resultado dessa ação é um éster (biodiesel), e seu principal subproduto é a glicerina (PLÁ, 2002).

Composição da mistura reacional contém de 80 a 90% em massa de óleo vegetal ou gordura animal, de 10 a 20% de álcool etílico ou metílico e de 0,35 a 1,5% em massa de catalisador. Este processo rende como produtos a glicerina e o biodiesel, sendo este último uma mistura contendo os respectivos ésteres etílicos ou metílicos dos ácidos graxos que compunham, com o glicerol, os ésteres presentes nas gorduras empregadas como reagentes (FERRARI, 2005).



**Figura 1** – Processo de Transesterificação do Biodiesel  
Fonte: ABIOVE (2003).

## 2.8 Qualidade do biodiesel

O principal critério para a qualidade do biodiesel é o atendimento a um padrão apropriado. Alguns padrões estão listados no anexo VI. Geralmente, a qualidade do combustível pode ser influenciada por vários fatores, incluindo a qualidade da matéria-prima, a composição em ácidos graxos do óleo vegetal ou gordura animal, o processo de produção, o emprego de outras matérias no processo e parâmetros posteriores à produção (KNOTHE e GERPEN, 2006).

## 2.9 Glicerina

A glicerina limpa é uma matéria-prima de alto valor agregado que pode ser usada em quase toda a indústria, em uma ampla variedade de produtos como medicamentos, alimentos, cosméticos, lubrificantes, embalagens. Porém, no caso da glicerina bruta, resultante do processo da transesterificação de óleos e gorduras residuais na produção do biodiesel, são necessários processos complexos e onerosos para que esse resíduo alcance as exigências em grau de pureza necessária para estes fins. A dificuldade de que a tecnologia exigida para a purificação, além de ter custo elevado, é dominada por algumas poucas empresas no Brasil (DINIZ, 2005).

Para dar destinos à glicerina muitos estudos estão sendo feitos, um deles é a compostagem deste resíduo com resíduos orgânicos, para produção de adubo, é um processo simples, embora altamente dependente de mão-de-obra na etapa de reviramento e aeração do substrato. A adição da glicerina elevou tanto o teor de carbono de fácil degradabilidade como o de matéria seca, tornando mais difícil o manejo das variáveis de processo: umidade, temperatura e aeração. (ROBRA *et al.*, 2006)

Para Alencar (2007) nas condições de Dourados, a glicerina bruta tem um preço de mercado em torno de R\$ 0,10 /kg, ainda trata-se de um resíduo que desperta pouca procura pelas indústrias que o processam.

## 2.10 Evolução do Marco Regulatório

O Ministério Desenvolvimento Agrário (2005) relatou que o marco regulatório que autoriza o uso comercial do biodiesel no Brasil considera a diversidade de oleaginosas disponíveis no País, a garantia do suprimento e da qualidade, a competitividade frente aos demais combustíveis, uma política de inclusão social, conservação e recuperação do solo. As regras permitem a produção a partir de diferentes oleaginosas e rotas tecnológicas, possibilitando a participação do agronegócio e da agricultura familiar.

A regulamentação feita pela Agência Nacional de Petróleo (2005), que é responsável pela regulação e fiscalização do novo produto, cria a figura do produtor de biodiesel, estabelece as especificações do combustível conforme o anexo VI, e a estrutura da cadeia de comercialização vista no anexo V. A mistura do biodiesel ao diesel de petróleo será feita pelas distribuidoras de combustíveis, assim como é feito na adição de álcool anidro à gasolina. As refinarias também estão autorizadas a fazer a mistura e, posteriormente, entregarão o B2 às distribuidoras.

A regulamentação também permite usos específicos do biodiesel, com misturas superiores à estabelecida pelo marco regulatório, desde que autorizadas. Essas experiências serão acompanhadas e vão gerar informações para aumentar o percentual de adição do combustível ao diesel de petróleo conforme figura abaixo.



**Figura 2** – Marco regulatório do biodiesel  
 Fonte: ABIOVE (2005)

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Dourados, onde foram levantadas informações sobre os custos agronômicos da soja, girassol e mamona, que foram fornecidos pela Richetti (2006), conforme anexos I e II, onde são apresentadas estimativas do custo total da produção distribuídos em custo variável e fixo da safra 2006/07 para soja e girassol e da mamona safra 2005/2006 Melhoria (2006), conforme anexo III, com estimativa de produtividade, conforme Quadro 2.

**QUADRO 2** – Custo total da produção do grão e estimativa de produção da soja, girassol safra 2006/2007 e mamona safra 2005/2006 no município de Dourados-MS,

<b>Cultura</b>	<b>Custo total por ha. (R\$)</b>	<b>Estimativa de produção por kg ha.</b>
Soja	941,43	3.300
Girassol	610,11	1.800
Mamona	1.036,45	1.500

Foram levantamentos os custos de extração do óleo, em empresas multinacionais em Dourados-MS, onde as informações são restritas. Em média, o custo total da extração do óleo com solvente fica em torno de U\$ 12,00 por tonelada processada. Neste valor estão inclusos os custos fixos e variáveis do processamento dos grãos.

Após o processamento dos grãos, sobram os seguintes resíduos: o farelo e as casquinhas. O resíduo da soja e girassol é utilizado em grande escala pelas indústrias de rações animais. No caso da soja, o farelo é considerado no mercado como sendo o principal produto, tendo o óleo como subproduto. No

processamento da mamona, sobra como resíduo a torta, a qual possui menor valor agregado, sendo utilizada para adubação. No Quadro 3 encontram-se os valores pagos aos farelos de soja e girassol e pela torta de mamona, no município de Dourados, MS.

**QUADRO 3** - Valor do farelo por tonelada (R\$/t) e quantidade de grãos prensado por hora (QGPH) de soja, mamona e girassol.

	<b>Soja</b>	<b>Girassol</b>	<b>Mamona</b>
Farelo (R\$)	370,00	270,00	50,00
QGPH (kg)	180	250	240

Segundo Petrobio (2005), o custo da moagem e extração fica em média de R\$ 26,76 a tonelada de grãos. Já Godoy (2007), afirma que o custo total, distribuído em custos fixo e variável, da extração do óleo de uma tonelada de grãos a frio ou a quente na prensa convencional fica em média R\$ 5, 25. Para efeito deste trabalho, será adotado o valor empregado pela Petrobio (2005).

Conforme Covas (2007), o custo total do processo de transesterificação, distribuídos entre os custos fixos e variáveis, gira em torno de R\$ 0,20 a R\$ 0,40 por litro de óleo, dependendo da capacidade de cada indústria e dos processos utilizados se é por bateladas, semi-contínuos ou contínuos. Um dos fatores que influencia muito esse custo é a qualidade da matéria prima, por exemplo: acidez, umidade e outros resíduos que possam estar contido nos grãos. O reagente utilizado (metanol ou álcool etanol) interfere no custo da montagem da indústria e no custo do processamento. A industrialização com álcool etanol tem como vantagem um biodiesel menos poluente por se tratar de reagente biodegradável, e como desvantagem um maior custo.



## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O estudo da viabilidade de produção de biodiesel pelo produtor, para consumo próprio, depende principalmente da adaptabilidade da cultura na região de interesse e do custo de produção da fonte de oleaginosa que deverá ser utilizada.

A seguir será apresentado o custo para a produção de óleo na região da Grande Dourado, MS, empregando algumas oleaginosas de maior expressão.

### **4.1 Custo de produção dos Óleos**

Considerações preliminares:

- Foi considerado o custo de produção do grãos no município de Dourados, MS, segundo Richetti (2006,a,b) e Melhorança (2005), e a seguir, subtraído o valor comercial dos subprodutos farelo (para soja e girassol) ou torta (para a mamona);
- Foram considerados 6% de perda na extração devido à umidade do grão. Normalmente essa perda é menor (PETROBIO, 2005);
- O mercado de soja trabalha com a chamada “crush-margin” (custo para a moagem) em torno de US\$ 12,00/tonelada. Para os demais produtos, os custos não devem ser muito diferentes disso (PETROBIO, 2005);
- Dois métodos de extração podem ser aplicados: extração por solvente (com hexano) ou por esmagamento (prensagem). Na extração por solvente, praticamente todo óleo contido no grão pode ser retirado, e por esmagamento (prensagem), entre 7% e 10% do óleo permanece na

torta. Neste trabalho será considerada a extração por esmagamento através de prensa, realizada pelo produtor, e serão utilizados índices de retenção de 10% de óleo na torta de mamona e 7% no farelo para as demais oleaginosas.

### **Soja (valores de 10/08/2007)**

Considerando um custo de produção de R\$ 941,83/ hectare, com uma produção estimada de 3.300 kg/hectare (RICHETTI, 2006b), o custo de produção de uma tonelada de grãos de soja será de R\$ 285,40.

1 tonelada de soja produz:

- 13% de óleo
- 81% de farelo

Para produzir 1 tonelada de óleo:

- São necessárias 7,692 toneladas de grãos que custam ao produtor:
- R\$ 2.195,30
  - + R\$ 605,83 (moagem/extração + transesterificação)
  - = **R\$ 2.801,13 (A)**
- Produz 6,231 toneladas de farelo (R\$ 370,00 por tonelada)
- **R\$ 2.305,47 (B)**

Custo por tonelada de óleo de soja (A – B) = **R\$ 495,66**

Logo, o custo de produção de uma tonelada de óleo para o produtor, quando este se utiliza de sua própria matéria prima, é de R\$ 495,66, ao redor de R\$ 0,496 o litro, o que pode ser considerado muito baixo. Esta discussão enfatiza que a motivação para a utilização da soja, que é uma das oleaginosas que menos produz óleo por hectare, porém o farelo de soja, por exemplo, é mais caro que o próprio grão. O resultado disso é que o óleo de soja, apesar de ter pequena produtividade por hectare, é produzido praticamente sem custo, se tornando, o óleo, o subproduto do farelo, havendo uma inversão de valores.

## 4.2 Girassol

Considerando um custo de produção de R\$ 610,11/hectare, com uma produção estimada de 1.800 kg/hectare (RICHETTI, 2006a), o custo de produção de uma tonelada de girassol será de R\$ 338,95.

1 tonelada de girassol produz:

- 35% de óleo
- 59% de farelo

Para produzir 1 tonelada de óleo:

- São necessárias 2,857 toneladas de grãos que custam ao produtor:
- R\$ 968,38

+ R\$ 476,46 (moagem/extração + transesterificação)

**= R\$ 1.444,84 (A)**

- Produz 1,686 toneladas de farelo (R\$ 270,00 por tonelada)
- **R\$ 455,22 (B)**

Custo por tonelada de óleo de girassol (A – B) = **R\$ 989,62**

Logo, o custo de produção de uma tonelada de óleo para o produtor, proveniente da cultura do girassol, quando este se utiliza de sua própria matéria prima, é de R\$ 989,62, ao redor de R\$ 0,989 o litro, valor superior ao encontrado para o óleo obtido na cultura da soja, porém ainda bastante competitivo em relação ao óleo diesel.

### **4.3 Mamona**

Considerando um custo de produção de R\$ 1.036,45/hectare, com uma produção estimada de 1.500 kg/hectare (MELHORANÇA, 2005), o custo de produção de uma tonelada de mamona será de R\$ 690,97.

1 tonelada de mamona produz:

- 35% de óleo
- 59% de farelo

Para produzir 1 tonelada de óleo:

- São necessárias 2,857 toneladas de grãos que custam ao produtor:

➤ R\$ 1.974,09

+ R\$ 476,46 (moagem/extração + transesterificação)

**= R\$ 2.450,55 (A)**

Produz 1,686 toneladas de torta (R\$ 50,00 por tonelada)

➤ **R\$ 84,30 (B)**

Custo por tonelada de óleo de mamona (A – B) = **R\$ 2.366,25**

Logo, o custo de produção de uma tonelada de óleo para o produtor, proveniente da cultura da mamona, quando este se utiliza de sua própria matéria prima, é de R\$ 2.366,25, ao redor de R\$ 2,366 o litro, valor superior ao encontrado neste trabalho para os óleos provenientes das culturas de soja e de girassol. Vale destacar que este custo de produção é superior ao do diesel proveniente do petróleo.

## **5. CONCLUSÃO**

Com base nas análises dos fatores de produção, extração e transesterificação das oleaginosas no município de Dourados-MS, conclui-se que a soja é a cultura que mais se destaca em rentabilidade para o produtor, principalmente pelo valor comercial do farelo, o que proporciona custo baixo ao óleo.

A cultura do girassol constitui a segunda melhor opção, apresenta alto teor de óleo e farelo de excelente qualidade. Porém apresenta baixa produtividade de grãos.

A mamona é rica em óleo, mas nessa região é a fonte menos indicada para produção de biodiesel pelo seu alto custo de produção e por apresentar subproduto com baixo valor de mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR L.F.B., **Biocar Biodiesel**. Entrevista concedida em jun.,2007.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. In: **SEMINÁRIO BIODIESEL: ESTRATÉGIAS PARA PRODUÇÃO E USO NO BRASIL**. Porto Alegre, v.30, n.2, p.179-190, set. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (ABIOVE). Seminário Biodiesel no Rio Grande do Sul. In: **SEMINÁRIO BIODIESEL NO RIO GRANDE DO SUL, 2005**, Canoas: Refap, 30, mai. 2005. Anais... v.1, p. 1-12.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS (ABIOVE). **A indústria de óleos vegetais e a produção de óleos no Brasil**. Brasília. Disponível em [http://camara.gov.br/comissao/index/perm/capr/CAPR\\_BIOABIOVE](http://camara.gov.br/comissao/index/perm/capr/CAPR_BIOABIOVE), acesso 20 mai. 2007.

BENEDETTI, O.; PLÁ, J.A.; RATHMANN, R.; PADULA, A.D. Uma proposta de modelo para avaliar a viabilidade do biodiesel no Brasil. **Teoria e Evidências Econômicas**, Passo Fundo, v.14, edição especial, p.81-107, 2006.

BILICH, F.; SILVA, R. da. **Análise do potencial brasileiro na produção do biodiesel**. Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/agricultura/AnalisePotencial.pdf> acesso 18 jun. 2007.

BIOMUNDO. **Energia limpa- biodiesel**. Disponível em <http://www.biomundo.ind.br/content/view/1/2/> acesso 27 jun. 2007.

BRANW, L. **Eco-Economia, A economia e a terra**. A relação estressada (2006), disponível em [http://www.wwiuma.org.br/eco\\_download.htm](http://www.wwiuma.org.br/eco_download.htm) acessado em 27 jul, 2007.

CADWEL, J. **O livro da soja**. São Paulo, SP: Editora Ground Ltda., 1985. 79p.

CAMPOS, A. Secretaria de Agricultura Familiar, Ministério Desenvolvimento Agrário, 2005 Disponível em <http://www.adital.com.br/site/noticia.asp?lang=PT&cod=10840> Acesso 19 de jun. 2007.

CAVASIN JR, C. P. **A cultura do girassol**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2001. 69p.

COVAS, F. **Petrobio Indústria e Comercio de Equipamentos para Biodiesel Ltda**, entrevista concedida em mai.2007.

DINIZ, G. De coadjuvante a protagonista: Glicerina bruta obtida na produção de biodiesel pode ter muitas aplicações. **Ciência Hoje On-line**, 19 out. 2005. Disponível em <<http://ciencia. hoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/3973> acesso 05 jun. 2007.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil - 2006**. Londrina, PR: Embrapa Soja/ Embrapa Cerrados/ Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 220p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 9).

FERRARI, R. A. Biodiesel de soja - Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.

FISCHER, G.; SCHRATTENHOLZER, L. Global bio energy potentials through 2050. **Biomass & Bioenergy**, Pergamon, v.20, n.3, p.151-159, mar. 2001.

GERPEN, J. Van; KNOTHE, G. Produção de Biodiesel: princípios da reação de transesterificação. In: KNOTHE, G.; GERPEN, J. Van; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. **Manual de Biodiesel**. Curitiba, PR: Editora Edgard Blucher, 2006. p.29-45.

GODOY, I. T.; **Com. de pressas Tangara Ltda**, entrevista concedida em ab. 2007.

GRUPO DE TRABALHO INTERMINISTERIAL (2003) **encarregado de apresentar estudos sobre a viabilidade de utilização de óleo vegetal – biodiesel como fonte alternativa de energia**, Brasília, dezembro de 2003 Disponíveis em <http://www.biodiesel.gov.br/docs/relatoriofinal.pdf> Acesso em 15, jun. de 2007.



KNOTHE, G.; GERPEN, J. Van; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. **Manual de Biodiesel**. Curitiba, PR: Editora Edgard Blucher, 2006. 340p.

MARQUES, G.G.; JOSEPH JR.; H. Biodiesel: visão da indústria automobilística. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **O futuro da indústria: Biodiesel**. Brasília, DF.: CNI/IEL, 2006 p.127-136.

MELHORANÇA, A.L. **Indicações técnicas para a cultura de mamona no Mato Grosso do Sul**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 62p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de Produção, 8).

MENDES, R. de A. **Diagnóstico, Análise de Governança e Proposição de Gestão para a Cadeia Produtiva do Biodiesel da Mamona (CP/BDM): o Caso do Ceará**. Fortaleza, CE: 2005. Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br/docs/DissertacaoRicardoMendes2005.pdf> acesso em 21 jun. de 2007

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA **Programa Brasileiro de Biocombustível – PROBIODIESEL**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002. 32p

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **MDA financia tecnologia para geração de biodiesel**, Brasília, DF: Pronaf, 2005. Disponível em [http://www.pronaf.gov.br/noticias/02\\_04.htm](http://www.pronaf.gov.br/noticias/02_04.htm) acesso em 16 jul. 2007.

OLIVEIRA, D. Influência das variáveis de processo na alcoólise enzimática de óleo de mamona. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em 12 Mai 2007.

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza, CE: Unigráfica, 2003. Disponível [http://www.sei.ba.gov.br/publicacoes/publicacoes\\_sei/bahia\\_analise/analise\\_dados/pdf/energias\\_alternativas/10\\_avaliacao\\_cadeia.pdf](http://www.sei.ba.gov.br/publicacoes/publicacoes_sei/bahia_analise/analise_dados/pdf/energias_alternativas/10_avaliacao_cadeia.pdf) acesso em 19 jun. 2007.

PASSOS, M. **Avaliação de sustentabilidade aplicada ao biodiesel**. Curitiba, PR: PUC/PR, 2004. 113p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná).

PETROBIO. **Biodiesel: Viabilidade Econômica**. São Paulo, SP: Petrobio, 2005. 24p.

PLÁ, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v.30, n.2, p.179-190, set. 2002.

RICHETTI, A. **Estimativa de custo de produção de girassol, safra 2007**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006a. 3p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 130).

RICHETTI, A. **Estimativa de custo de produção de soja, safra 2006/07, para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006b. 14p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado Técnico, 123).

ROBRA, S.; ALMEIDA NETO, J.A.; CRUZ, R.S. (2006) **Usos alternativos para a glicerina resultante da produção de biodiesel**: Parte 1 – Compostagem, Ilhéus, BA: Universidade Estadual de Santa Cruz, Grupo Bioenergia e Meio Ambiente, Rodovia Ilhéus – Itabuna, km 16, Ilhéus – Ba, Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/Coprodutos/UsosAlternativos11.pdf> Acesso em 17 de junho de 2007.

SÁ, P. E. J. **Biodiesel no plural**. Professor Pesquisador e Presidente da Tecbio, 2006 acesso em 19 Jun. 2007, Disponível em <http://www.biodiesel.gov.br/docs/ofuuturodaindustria%20-%20Biodiesel.pdf>.

SIMIONI, A.C. **O uso de energia renovável sustentável na matriz energética brasileira**: obstáculos para o planejamento e ampliação de políticas sustentáveis. Curitiba, PR: UFR, 2006. 314p. (Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento da UFPR)

VIEIRA, J. N. S. **A agroenergia e os novos desafios para a política agrícola no Brasil**. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **O futuro da indústria: Biodiesel**. Brasília, DF.: CNI/IEL, 2006 p. 37-48.

# **ANEXOS**

## ANEXO I

**TABELA 1** - Custo fixo, variável e total da cultura da soja, o sistema plantio direto, por hectare em Dourados, MS, da safra 2006/2007.

Componentes do custo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor (R\$)	Participação (%)
<b>A - Custo fixo</b>				<b>217,56</b>	<b>23,10</b>
Depreciação e juros	R\$			114,89	12,20
Remuneração da terra	R\$			102,67	10,90
<b>B Custo variável</b>				<b>726,84</b>	<b>76,90</b>
<b>B.1 – Insumos</b>				<b>487,13</b>	<b>51,50</b>
Calcário	t	0,50	63,00	31,50	3,30
Semente	kg	65,00	0,80	52,00	5,50
Fungicida 1 (tratamento de semente)	l	0,042	29,70	1,25	0,10
Fungicida 2 (tratamento de semente)	l	0,10	35,20	3,52	0,40
Micronutriente	l	0,10	80,00	8,00	0,80
Inoculante	ds	1,00	2,40	2,40	0,30
Fertilizante	t	0,35	611,00	213,85	22,70
Herbicida dessecante 1	l	3,00	8,30	24,90	2,60
Herbicida dessecante 2	l	0,80	11,10	8,88	0,90
Herbicida pré-emergente	l	0,80	22,00	17,60	1,90
Herbicida pós-emergente	l	0,40	75,00	30,00	3,20
Inseticida 1	l	0,10	48,40	4,84	0,50
Inseticida 2	l	0,25	12,50	3,13	0,30
Inseticida 3	l	0,50	14,00	7,00	0,70
Inseticida 4	l	0,38	16,20	6,16	0,70
Fungicida 1	l	0,50	83,20	41,60	4,40
Fungicida 2	l	0,50	55,00	27,50	2,90
Formicida	kg	0,50	6,00	3,00	0,30
<b>B.2 Operações agrícolas</b>				<b>111,89</b>	<b>11,90</b>
Distribuição calcário	hm	0,15	53,44	8,02	0,90
Semeadura	hm	0,50	54,55	27,28	2,90
Aplicação de herbicidas (3 aplicações)	hm	0,45	32,19	14,48	1,50
Aplicação de inseticidas (4 aplicações)	hm	0,60	32,19	19,31	2,10
Aplicação de fungicidas (2 aplicações)	hm	0,30	32,19	9,66	1,00
Aplicação de formicida	dh	0,04	20,00	0,80	0,10
Colheita	hm	0,50	64,68	32,34	3,40
<b>B.3 – Outros custos</b>				<b>125,25</b>	<b>13,50</b>
Transporte externo	sc	55,00	0,78	42,90	4,60
Fundersul	sc	55,00	0,24	13,20	1,40
Assistência técnica	%	2,00		10,27	1,10
Juros de custeio	%	8,75		26,21	2,80
Seguridade social rural (CESSR)	%	2,70		32,67	3,60
<b>Custo total (A + B)</b>				<b>941,83</b>	<b>100,00</b>

Produtividade esperada = 55 sc/ha.

Fonte: Richetti (2006b).

## ANEXO II

**TABELA 2** - Custos fixo, variável e total, por hectare, da cultura do girassol, em Dourados, MS, da safra 2006/2007.

Componentes do custo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor (R\$)	Participação (%)
<b>A - Custo fixo</b>				<b>157,46</b>	<b>25,8</b>
Depreciação e juros	R\$			87,46	14,3
Remuneração da terra	R\$			70,00	11,5
<b>B - Custo variável</b>				<b>452,65</b>	<b>74,2</b>
<b>B.1. Insumos</b>				<b>334,40</b>	<b>55,0</b>
Semente de girassol	kg	3,50	17,00	59,50	9,8
Fertilizante (manutenção)	t	0,20	707,00	141,40	23,2
Fertilizante cobertura	t	0,10	764,00	76,40	12,5
Fertilizante foliar	kg	6,00	2,50	15,00	2,5
Herbicida dessecante 1	l	2,50	8,50	21,25	3,5
Herbicida dessecante 2	l	0,50	11,70	5,85	1,0
Inseticida	l	1,00	15,00	15,00	2,5
<b>B.2. Operações agrícolas</b>				<b>49,11</b>	<b>8,1</b>
Semeadura	hm	0,33	45,87	15,14	2,5
Adubação cobertura	hm	0,33	23,18	7,65	1,3
Aplicação herbicidas	hm	0,05	45,25	2,26	0,4
Aplicação inseticidas (2 aplicações)	hm	0,10	45,25	4,53	0,7
Colheita	hm	0,30	65,09	19,53	3,2
<b>B.3. Outros</b>				<b>69,14</b>	<b>11,1</b>
Transporte externo	sc	30,00	0,98	29,40	4,7
Assistência técnica	%	2,00	412,91	8,26	1,3
Juros de custeio	%	8,75	412,91	12,04	2,0
Seguridade social rural (CESSR)	%	2,70	720,00	19,44	3,1
<b>Custo operacional total (A+B)</b>				<b>610,11</b>	<b>100,0</b>

Produtividade esperada: 1.800 kg ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Richetti (2006a).

## ANEXO III

**TABELA 3** - Custos fixo variável e total da cultura da mamona, por hectare, no Município de Dourados, MS. 2005.

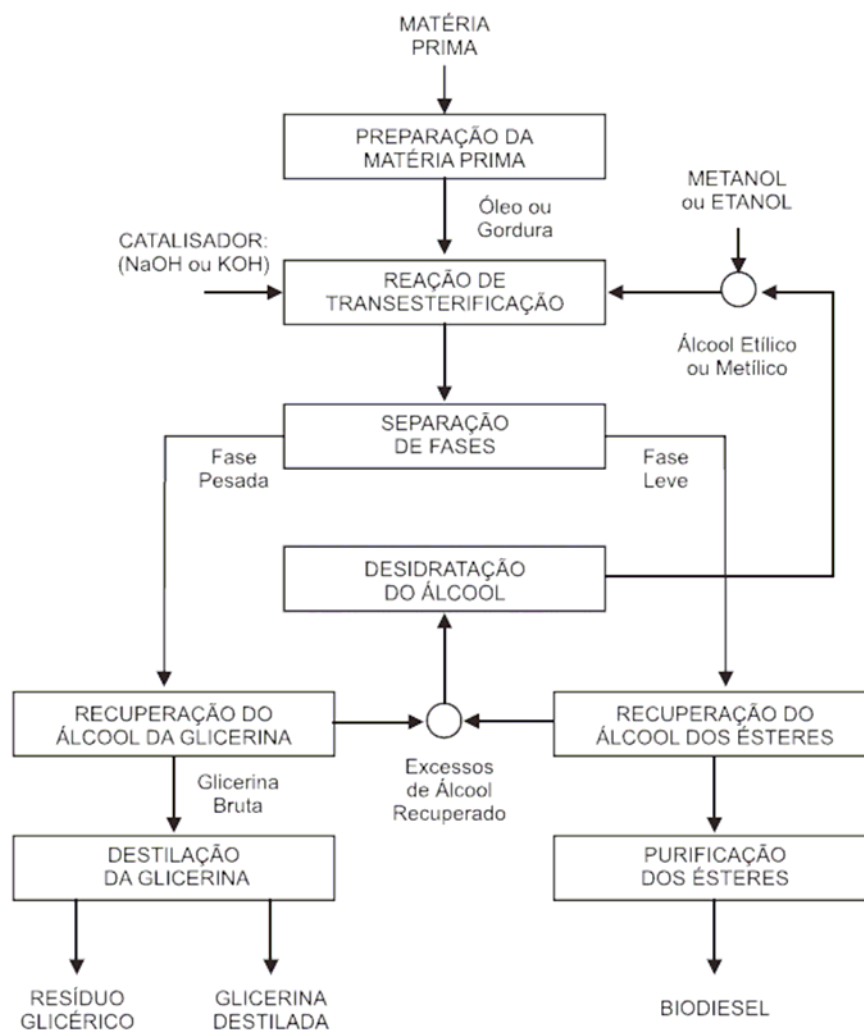
Componentes do custo	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Valor (R\$)	Participação (%)
<b>A - Custo fixo</b>				<b>283,75</b>	<b>27,38</b>
Depreciação e juros	R\$			225,42	21,75
Remuneração da terra	R\$			58,33	5,63
<b>B - Custo variável</b>				<b>752,70</b>	<b>72,62</b>
<b>B.1 – Insumos</b>				<b>417,75</b>	<b>40,31</b>
Calcário	t	1,00	59,50	59,50	5,74
Semente de mamona	kg	10,00	5,50	55,00	5,31
Fertilizante (manutenção)	t	0,20	679,00	135,80	13,10
Fertilizante (cobertura)	t	0,15	603,00	90,45	8,73
Herbicida pré-plantio incorporado	l	2,00	10,60	21,20	2,05
Herbicida pré-emergente	l	2,00	19,50	39,00	3,76
Inseticida	l	1,00	16,80	16,80	1,62
<b>B.2 – Operações agrícolas</b>				<b>234,82</b>	<b>22,67</b>
Manutenção terraços	hm	0,30	35,10	10,53	1,02
Distribuição calcário	hm	0,40	40,76	16,31	1,57
Subsolagem	hm	1,00	35,01	35,01	3,38
Gradagem aradora	hm	1,00	35,40	35,40	3,42
Gradagem niveladora	hm	0,80	35,20	28,16	2,72
Semeadura/adubação	hm	0,50	42,09	21,05	2,03
Adubação cobertura	hm	0,25	33,87	8,47	0,82
Aplicação herbicidas PPI	hm	0,20	33,88	6,78	0,65
Aplicação herbicidas (jato dirigido)	hm	0,40	33,88	13,55	1,31
Aplicação inseticidas	hm	0,20	33,88	6,78	0,65
Capinas	dh	1,00	18,00	18,00	1,74
Colheita	hm	0,70	49,69	34,78	3,36
<b>B.3 - Outros custos</b>				<b>100,13</b>	<b>9,64</b>
Transporte externo	sc	25,00	1,50	37,50	3,62
Secagem e armazenagem	dh	2,00	6,55	13,10	1,26
Assistência técnica	%	25,00	0,10	2,50	0,23
Juros de custeio	%	8,75		26,78	2,58
Seguridade social rural (CESSR)	%	2,70		20,25	1,95
<b>Custo total (A + B)</b>				<b>1.036,45</b>	<b>100,00</b>

Produtividade esperada: 1.500 kg ha<sup>-1</sup>.

Fonte: Melhoria, 2005.

## ANEXO IV

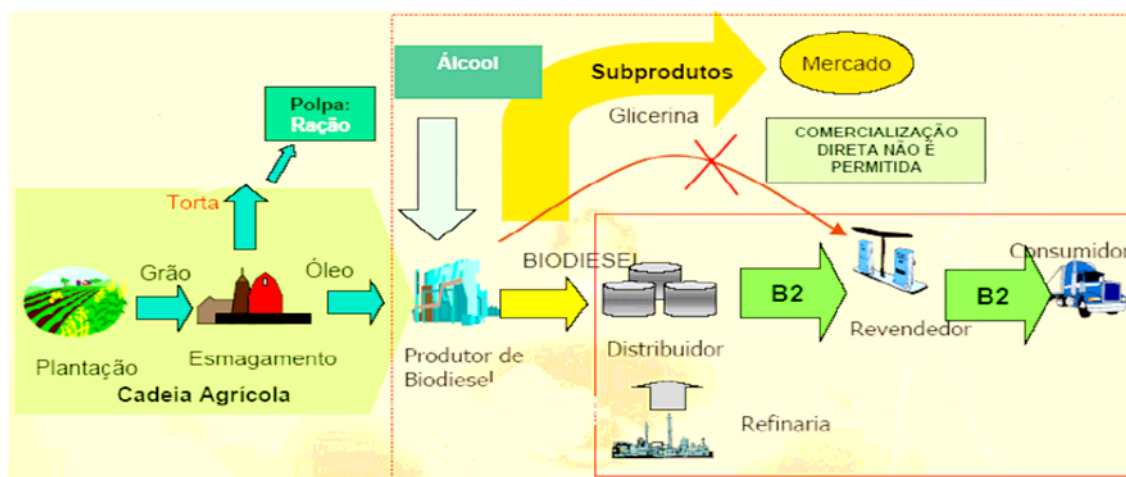
## FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL



Fonte: Parente (2003)

## ANEXO V

## CADEIA PRODUTIVA DO BIODIESEL



Fonte: ANP (2005)



## ANEXO VI

## ESPECIFICAÇÃO DO BIODIESEL B 100

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	LIMITE
Aspecto	-	LII (1)
Massa específica a 20°C	kg/m <sup>3</sup>	820-865
Viscosidade Cinemática a 40°C,	mm <sup>2</sup> /s	2,5-5,5
Água e sedimentos, máx.	% volume	0,050
Ponto de fulgor, mín.	°C	100,0
Destilação; 90% vol. Recuperado, máx.	°C	360 (2)
Resíduo de carbono dos 10% finais da destilação, máx.	% massa	0,10
Cinzas sulfatadas, máx.	% massa	0,020
Enxofre total, máx.	% massa	0,05
Sódio + Potássio, max	mg/kg	10
Corrosividade ao cobre, 3h a 50 °C, máx.	-	1
Número de Cetano, mín.	-	45
Ponto de entupimento de filtro a frio, máx.	°C	(3)
Índice de acidez, máx.	mg KOH/g	0,80 (4)
Glicerina livre, máx.	% massa	0,02 (4) (5)
Glicerina total, máx.	% massa	0,38 (4) (5)
Monoglicerídeos, máx.	% massa	1,00 (4) (5)
Diglicerídeos, máx.	% massa	0,25 (4) (5)
Triglicerídeos, máx.	% massa	0,25 (4) (5)
Metanol ou Etanol, máx.	% massa	0,5 (4)
Estabilidade à oxidação a 110°C, mín	h	6 (4)

Fonte: ANP (2004).

(1) LII – Límpido e isento de impurezas.

(2) Temperatura equivalente na pressão atmosférica.

(3) A mistura óleo diesel/biodiesel utilizada deverá obedecer aos limites estabelecidos para massa específica a 20o C constantes da especificação vigente da ANP de óleo diesel automotivo.

(4) Os métodos referenciados demandam validação para as oleaginosas nacionais e rota de produção etílica.

(5) Não aplicáveis para as análises de mono-, di-, triglicerídeos, glicerina livre e glicerina total para dendê, coco e mamona.