

# **BENEFÍCIOS NA PEQUENA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL RESULTANTE DA TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA USADO PARA REDUÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS EM UMA TRANSPORTADORA.**

**Marcelo Cesa<sup>1</sup>**

**Sara Bezerra<sup>2</sup>**

## **RESUMO**

Neste trabalho são analisados os custos operacionais da produção de biodiesel para um pequeno produtor na cidade de Itajaí, considerando a produção mensal de 30.000 L e a lucratividade que este processo pode gerar, sem considerar os custos operacionais. A produção deste biocombustível diminui o impacto ambiental que o rejeito de óleo usado pode causar no meio ambiente, bem como a diminuição da utilização de combustíveis derivados de petróleo. Os valores das matérias primas foram analisados em fornecedores próximos à região (até 100km) e considerou-se a transesterificação alcalina como metodologia de produção. Avaliando-se os resultados obtidos e comparando-os com os valores de mercado na região estudada, a produção de biodiesel apresentou uma economia de 6,45% quando comparado ao preço do diesel comum à distribuição e 18,28% comparado ao preço de consumidor, observando-se os valores divulgados pela agência nacional de petróleo - ANP em 01 de novembro de 2016 para o município de Itajaí.

Palavras-chave: Biodiesel; Transesterificação; Energia alternativa.

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia e Ciências Mecânicas; Pós-graduando em Engenharia de Processos; Bacharel em Engenharia Química.

<sup>2</sup> Pós-graduanda em Engenharia de Processos e Bacharel em Recursos Humanos

## **1 INTRODUÇÃO**

Sustentabilidade é a palavra de ordem do século XXI. A sociedade vem se voltando a criação de projetos sustentáveis, com cunho social e todo respeito ao meio ambiente, entretanto, muitas vezes o capitalismo acaba esmagando estas ideias ao visar apenas o lucro.

Há alguns anos já se houve falar em energias alternativas ao uso de combustíveis fósseis para reduzir a emissão de carbono. O biodiesel é um exemplo de energia alternativa que pode ser produzido com diversas fontes naturais, inclusive resíduos residenciais e comerciais como óleo de soja utilizado em frituras.

O Brasil já possui algumas políticas que auxiliam ou incentivam pesquisadores e produtores de energias renováveis, entretanto está longe de políticas de alguns países desenvolvidos da Europa. Boa parte das indústrias veem políticas ambientais como barreiras comerciais, as quais aumentam os gastos do processo produtivo.

O biodiesel é um exemplo destas energias que pode ser fabricado com diversos materiais oleaginosos, através de diferentes métodos químicos. A gordura vegetal utilizada em frituras, muitas vezes jogada em pias e solo, possui um alto potencial poluidor aos corpos hídricos e é um material desses materiais oleaginosos que pode ser utilizado como matéria prima.

O presente trabalho visa mostrar que a produção e utilização de biodiesel proveniente de óleo de cozinha usado, além de reutilizar rejeitos potencialmente poluidores, pode gerar uma redução de custos dentro de uma empresa, o qual é dividido em referencial teórico, dando uma visão geral da produção de Biodiesel no Brasil, seu processo químico, a metodologia de produção, análise de custos, as discussões dos resultados, conclusão e referências.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nos últimos 150 anos, a temperatura média global aumentou em cerca de 0,7°C. Esse aumento está sendo atribuído à intensificação do efeito-estufa pelas atividades antrópicas, como queima de combustíveis fósseis e florestas tropicais, que emitem CO<sub>2</sub> - um dos gases de efeito-estufa, porém não o mais importante – e teriam elevado sua concentração de 280 ppmv para 380 ppmv no mesmo período. (MELION, 2008).

Na intenção de reduzir as emissões de gases pelos veículos e visando atender as

crecentes exigências ambientais, as indústrias automotivas vêm desenvolvendo grandes pesquisas em combustíveis alternativos não derivados do petróleo há algumas décadas. Os resultados mais promissores surgiram após o Protocolo de Quioto, que entrou em vigor em 2005 e vêm estimulando a indústria a rever conceitos primordiais dos veículos, sobretudo no que se refere à utilização de combustíveis alternativos (GOLDESTEIN e AZEVEDO, 2006).

O biodiesel é um combustível produzido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais e um álcool (metanol ou etanol), na presença de um catalisador ácido ou básico, processo chamado de transesterificação, sendo uma excelente alternativa para substituição do óleo diesel, um combustível derivado do petróleo. (FERRARI, OLIVEIRA e SCABIO, 2005).

Assim, o reaproveitamento de resíduos gerados na indústria alimentícia para produção de biodiesel em função do crescimento da população consumidora, é uma possibilidade de incremento da produção e da conscientização sobre a importância da preservação ambiental, tendo em vista a grande necessidade de buscar alternativas energéticas limpas como forma de contribuir para um desenvolvimento sustentável menos poluente. Costa Neto (2000 apud SILVA FILHO, 2010).

### **3 PRODUÇÃO DE BIODIESEL NO BRASIL**

O Brasil encontrava-se na 21ª posição, em 1995. Porém, ao incluir as queimadas e desmatamentos, o Brasil passa a estar entre os seis primeiros emissores destes gases (Moutinho e Bueno, 2002). Estima-se que existam de 10.000 a 25.000 toneladas de carbono para cada quilômetro quadrado de floresta tropical, sendo que, com as queimadas, cerca de 2/3 deste carbono seria transformado em CO<sub>2</sub> (Rezende, Merlin e Santos., 2001). Diante disso, o país se vê pressionado, em especial por vários países a assumir compromissos voluntários de redução das emissões de GEE. Os impactos de tais compromissos sobre a economia brasileira ainda são controversos, podendo ser significativos em alguns setores.

O desenvolvimento de substitutos do diesel foi tentado com muito afinco no início do Proálcool, como forma de reduzir ainda mais o consumo de petróleo e de manter o perfil de produção de derivados de acordo com a capacidade das refinarias do país. O processo fracassou por várias razões, entre elas os baixos preços do diesel na época, e as atividades cessaram. Com isso, a substituição parcial da gasolina pelo etanol

causou desequilíbrio no perfil de refino de petróleo com reflexos na qualidade do diesel, provocando a necessidade de importar cerca de 20% de diesel consumido e exportar parte da gasolina produzida. O governo voltou a se interessar pelo biodiesel quando sua produção e consumo passaram a crescer na Europa, principalmente na Alemanha; também vislumbrou uma forma de fortalecer a agricultura familiar e assim melhorar a inclusão social, um problema muito sério no Brasil. Em 6 de dezembro de 2004 foi lançado oficialmente o Programa Nacional de Produção de Biodiesel, regulamentado pela Lei nº- 11.097, de 2005. O programa estabeleceu a obrigatoriedade do uso de 2% de biodiesel misturado ao petrodiesel a partir de 2008 e de 5% a partir de 2013; esta última data poderá ser antecipada dependendo da capacidade de produção instalada. Para favorecer o pequeno produtor, o programa definiu impostos diferenciados dependendo da origem da matéria- prima. (LEITE E LEAL2007).

Em 03 de setembro de 2008 a Agência Nacional de Petróleo lançou a proposta de capacidade máxima diária para a construção e operação de unidades de produção de biodiesel com capacidade até 30.000 litros/mês, equivalente a 1m<sup>3</sup>/dia para fins de pesquisa e consumo próprio. O limite mínimo (isenção de registro) e máximo para registro do produtor para consumo próprio é uma decisão da agência, objetivando o nível de controle sobre o mercado e ações locais (RESOLUÇÃO ANP 25, 2008).

#### **4 PROCESSO QUÍMICO**

O termo biodiesel pode ser definido como combustível renovável produzido por reações catalíticas de transesterificação de triglicerídeos com alcoóis de cadeia curta, Figura 2.1. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) define biodiesel como “combustível composto de alquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivados de óleos vegetais e/ou de gorduras animais” (RESOLUÇÃO ANP 7, 2008).

A principal matéria-prima na obtenção de biodiesel são os óleos vegetais extraídos de oleaginosas e gorduras de origem animal. Os óleos e gorduras são formados basicamente por triglicerídeos e existe uma grande variedade de oleaginosas que são potenciais fontes de óleos vegetais para produção de biodiesel (REDÁ e CARNEIRO, 2007)

O processo de produção de biodiesel empregado mundialmente é a transesterificação de triglicerídeos, que compreende os óleos vegetais e as gorduras

animais, com um álcool (geralmente metanol ou etanol) na presença de um catalisador (usualmente alcalino) para formar, em maior quantidade, ésteres monoalquílicos, que compõem o biodiesel, e glicerol Vargas et. al (1998 apud SILVA FILHO ; J. B., 2010).

A reação de transesterificação fornece como co-produto, ao lado do biodiesel, o glicerol, um líquido incolor de alta viscosidade e alto ponto de ebulição, o qual tem inúmeras aplicações. Na indústria alimentícia, é usado como estabilizante, antioxidante, umectante e emulsificante. Na indústria farmacêutica, encontra uso em cosméticos e medicamentos. Na indústria química, é utilizado na obtenção de resinas e poliésteres (ARRUDA et al., 2007).

## **5 METODOLOGIA DE PRODUÇÃO**

O método utilizado para avaliação dos custos do processo será o de transesterificação alcalina, dividido nas duas etapas a seguir:

### **5.1 Pré-Tratamento da Matéria-Prima**

O pré-tratamento da matéria-prima a ser utilizada na produção do biodiesel envolve os seguintes procedimentos Gerpen et al (2004 apud DIB. F.H., 2010):

- Certificar que todos os insumos: óleo vegetal, álcool e catalisador, estejam limpos e sem umidade e, se for o caso promover a secagem e/ou filtragem;
- Mensurar o teor de ácidos graxos livres (AGL);
- Misturar 2,25 gramas de metanol com 0,05 gramas de ácido sulfúrico para cada grama de AGL e adicionar lentamente no óleo ou gordura que passará pelo processo de esterificação;
- Agitar a mistura por uma hora à temperatura de 60 a 65 °C; 57 ;
- Deixar a mistura em repouso por 6 a 8 horas e, depois, decantar o metanol, a água e a camada de ácido sulfúrico;
- Separar a fração inferior e medir, novamente, o teor de ácidos graxos livres;

### **5.2 Transesterificação alcalina:**

Para a realização do processo de transesterificação alcalina são necessários os seguintes procedimentos (GERPEN et al., 2004): 59

- Adicionar uma quantidade, em volume, de metanol igual a 20 % do volume de matéria-prima não transesterificada e uma para cada litro desta matéria-prima, mais à

quantidade adicional de catalisador para correção da acidez remanescente do pré-tratamento (de acordo com a titulação). Misturar a solução de NaOH em álcool com a matéria-prima que se encontra entre 55 e 65 °C;

→ Agitar a mistura simultaneamente com o aumento da temperatura até que a mesma atinja 90 °C, desligar o aquecimento e continuar a agitação por mais 15 ou 20 minutos;

→ Deixar a mistura em repouso durante 6 a 8 horas para que as fases de biodiesel e glicerina se separem por decantação. O processo pode ser acelerado através da centrifugação dos produtos;

→ Após separar completamente as fases, o biodiesel deve ser submetido à uma filtração em resina, a fim de neutralizar os hidróxidos remanescentes;

→ Se for o caso, lavar o biodiesel, decantar e separá-lo da água utilizada e, depois realizar uma evaporação a vácuo a fim de evitar que ocorra a hidrólise do biodiesel produzido.

## 6 CUSTOS DE PROCESSO

### 6.1 Custo dos insumos e reagentes:

A empresa avaliada para a etapa de custos é a Ferrari Logística, situada na cidade de Itajaí no Estado de Santa Catarina e todos os insumos e reagentes avaliados em fornecedores nas proximidades do Vale do Itajaí e Região.

Os valores apresentados abaixo são a média dos 3 valores mais baixos encontrados.

Para efeito de estudo, considerou-se o valor máximo de AGL encontrado no óleo de soja utilizado: 3%.

Tabela 1 - Custo das matérias do processo

Matéria	Preço médio	Compra mínima
Óleo de soja	R\$ 0,937/L	200L
Metanol	R\$ 4,2495/L	200L
Ácido sulfúrico	R\$ 73,27/L	1L
Hidróxido de sódio	R\$ 15,43/Kg	1Kg

## 6.2 Custo de insumos por batelada:

A empresa em estudo adquiriu um reator com capacidade para 900L. Logo considerou-se o processamento de 700L de óleo usado por batelada.

Pré-tratamento da matéria-prima:

Tabela 2 - Custos de matérias prima da etapa de pré-tratamento

Material	Quantidade utilizada	Custo
Óleo usado	700L	R\$ 655,90
Metanol	37,422L	R\$ 160,72
Ácido sulfúrico	1,037L	R\$ 75,98

Total: R\$ 892,60

Considerações:

Densidade do metanol - 0,792g/cm<sup>3</sup>

Densidade do ácido sulfúrico - 1,84g/cm<sup>3</sup> e concentração de 98%.

## 6.3 Transesterificação alcalina

Tabela 3 - Custo de materiais da etapa de transesterificação alcalina

Material	Quantidade utilizada	Custo
Metanol	140L	R\$ 594,93
Hidróxido de sódio	2,8kg	R\$ 43,20

Total: R\$ 638,13

## 6.4 Custos de processamento

Considerou-se como combustível utilizado no processo de aquecimento, 2,5% do biodiesel produzido. Não foram avaliados custos de operador e químico responsável, assim como de reagentes analíticos utilizados.

## 7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerou como resultado de processamento a produção de 92% da quantidade de óleo usado (em litros) de biodiesel e 14,8% de glicerol, conforme DIB, 2010 o qual utiliza a mesma metodologia de processo e para efeito de avaliação de lucros.

Descontou-se 2,5%, considerado como o biodiesel o combustível utilizado no

processamento, logo, gerando uma produção final de 89,5% v/v do óleo de soja utilizado.

Tabela 4 - Resultados e valores teóricos de produção

Gasto de materiais total por batelada	R\$ 1530,73
Produção de biodiesel por batelada	626,50L
Produção de glicerol por batelada	103,60L
Custo final do biodiesel por litro	R\$ 2,4433

Para discussão dos resultados, utilizou-se o valor de mercado do diesel comum divulgado pela Agência Nacional de Petróleo - ANP, em 01 de novembro de 2016 ([www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)) na cidade de Itajaí, conforme tabela abaixo:

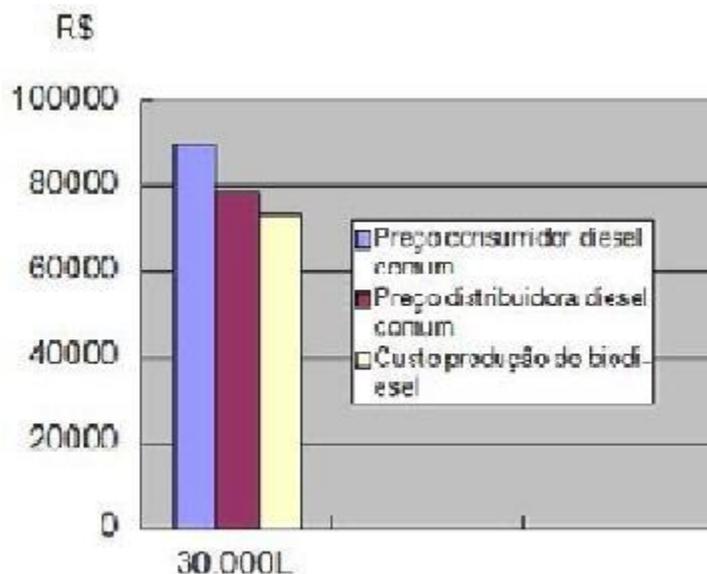
Tabela 5 - valore do diesel comum na cidade de Itajaí divulgado em 01/11/16 pela ANP

	Número de postos	5
Preço ao consumidor	Preço médio	R\$ 2,99
	Desvio padrão	R\$ 0,064
	Preço mínimo	R\$ 2,929
	Preço máximo	R\$ 3,097
	Margem média	R\$ 0,397
Preço distribuidora	Preço médio	R\$ 2,612
	Desvio padrão	R\$ 0,000
	Preço mínimo	R\$ 2,612
	Preço máximo	R\$ 2,612

Tendo em vista o limite de produção para pequeno produtor, livre de registro, conforme Resolução 25/08 da Agência Nacional de Petróleo, considerou-se a produção máxima de biodiesel por mês como 30.000L.

O gráfico abaixo compara o preço de custo de 30.000L do diesel comum vendido ao consumidor, a distribuidora e do biodiesel.

Gráfico 1 - Comparação de preços do diesel comum com o biodiesel (30.000L)



Como podemos perceber no gráfico 1, comparando-se os preços de produção do biodiesel com o custo do diesel para distribuição e do custo do diesel ao consumidor final, podemos perceber que o biodiesel ficou 18,28% mais barato que o diesel para o consumidor final e 6,45% mais barato que ao diesel para distribuição.

Considerando-se que 1 litro de diesel após a queima em motores á combustão emita 2,6256 gramas de gás carbônico, a produção e o consumo de 30.000L de biodiesel/mês, representaria uma diminuição de 78,768kg de CO<sub>2</sub> no ar provenientes de energias não renováveis.

Ainda avaliando-se as vantagens, a produção de 30.000L de biodiesel utiliza 32.062L de óleo de cozinha usado, óleo este que muitas vezes é descartado em pias e solo, poluindo corpos hídrico ou dificultando e encarecendo o tratamento de esgoto, quando há.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de biodiesel mostrou-se lucrativa em teoria, apresentando uma diminuição de gastos de 6,45% mensais quando comparado ao preço de distribuição e 18,28 mensais quando comparado ao preço de consumidor.

Além da diminuição de custos a produção de biodiesel é bem vista pelos clientes, em geral, empresas, por reaproveitar um rejeito altamente poluente como o óleo utilizado. Esta prática pode facilitar a implantação de selos ambientais assim como geral uma publicidade positiva.

Este estudo não considera a venda do subproduto glicerol, o qual tem valor de mercado e pode ser vendido para uma variedade de processo produtivos, o qual pode ser imbutido na redução final de custos.

Um estudo mais minucioso, considerando custos operacionais e avaliando dados reais mês a mês pode mostrar o real ganho no processamento, inclusive a viabilidade de uma expansão de processo, acima de 30.000L mensais, o qual pode trazer benefícios fiscais do governo pela produção de biocombustíveis.

## REFERÊNCIAS

- ARRUDA, P. V.; RODRIGUES, R. C. L. B. e FELIPE, M. G. A. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. *Analytica*, n. 26, p. 56, 2007.
- DIB, F.H. **Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de teste comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador.** Dissertação (mestrado em engenharia mecânica). Universidade estadual paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, Ilha Solteira, 2010.
- FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S. e SCABIO, A. **Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia.** *Química Nova*, n. 28, p. 19, 2005.
- GOLDSTEIN. M e AZEVEDO. R. L. S. **Combustíveis alternativos e inovações no setor automotivo: será o fim da “era do petróleo”?**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 23, p. 235-266, mar. 2006.
- LEITE. R. C. C. e LEAL M. R. L. V. **O Biodiesel no Brasil. Novos estudos.** - CEBRAP, São Paulo, n. 78. jul. 2007.
- MOUTINHO, P.; BUENO, M. **O inventário brasileiro de emissões e o desmatamento na Amazônia.** *Clima em Revista*, v.2, n.3, p.1, 2002.
- REDÁ, S. Y. e CARNEIRO, P. I. B. **Óleos e gorduras: aplicações e implicações.** *Analytica*, n. 27, p. 60, 2007.
- REZENDE, D.; MERLIN, S. e SANTOS, M. **Seqüestro de carbono: uma experiência concreta.** Instituto Ecológica, 2ed, 178p, 2001.
- SILVA FILHO. J. B. **Produção de biodiesel etílico de óleos e gorduras residuais (ogr) em reator químico de baixo custo.** Dissertação (mestrado em engenharia

mecânica e de materiais). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Regulamenta o Regulamento ANP nº 3/2008, a atividade de produção de biodiesel, que abrange a construção, modificação, ampliação de capacidade, operação de planta produtora e a comercialização de biodiesel, condicionada à prévia e expressa autorização da ANP e revoga a Resolução nº 41/2004.** Resolução nº 25 de 03 de setembro de 2008. Disponível em: <[www.diariodasleis.com.br/busca/exibelinck.php?numlink=1-6-34-2008-09-02-25](http://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelinck.php?numlink=1-6-34-2008-09-02-25)>

AGENCIA NACIONAL DE PETRÓLEO. **Especificação do biodiesel.** Resolução 07 de 19 de março de 2008. Disponível em: <[http://www.udop.com.br/download/legislacao/comercializacao/juridico\\_legiscalcao/res\\_7\\_comercializacao\\_biodiesel.pdf](http://www.udop.com.br/download/legislacao/comercializacao/juridico_legiscalcao/res_7_comercializacao_biodiesel.pdf)>.