

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

**TÍTULO DO TRABALHO:**

Avaliação de Técnicas de Produção Mais Limpa em Usina de Biodiesel

AUTORES:

Thiago de Moraes Moutinho

Orientadores: Fernando Luiz Pellegrini Pessoa
Fabiana Valéria

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Rio de Janeiro

AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM USINA DE BIODIESEL

Abstract

The need to search for new sources of energy linked to the growing concern for the environment has prompted many countries to invest in clear solutions in order to lessen the impact to the environment and meet this need. In this context, Brazil stands out for biodiesel production, and it is considered to be a source of clean and sustainable energy, produced from renewable resources like plants and animals. Biodiesel is a strong candidate for an alternative energy source to fossil fuels to be derived from renewable, less polluting, and has high calorific value. Biodiesel is the name given to alkyl esters of fatty acids provided they meet certain quality parameters. In 2004 the Federal Government established the National Program of Biodiesel Production and Use (PNPB). In 2005, through Law No. 11,097 it was established the obligatory addition of 2% biodiesel to mineral diesel sold. The expectation is that by 2013 the percentage goes to 5%. The gradual addition of biodiesel to mineral diesel directly impacts the emission of greenhouse gases. Thus, we note that the process of biodiesel production should be aligned not only with market demand, but also with environmental principles and government specifications. Adopt the environmental management strategy development covers the needs of companies in combine economic and social development with the principles of sustainability. Cleaner Production (P+L) can be adopted, because the tool is able to contribute to improvements in reducing the negative impacts the environmental and thereby increasing the competitive advantage. As initial solution we can point reduction in the cost of raw materials, supplies and electric power generation of technological innovations. A more detailed and quantitative study is underway.

Introdução

A preocupação com a exploração de recursos naturais não renováveis como petróleo, carvão e gás natural, por exemplo, está presente no cenário econômico há muito tempo, uma vez que sua exploração é limitada. A necessidade de busca de novas fontes de energia atrelada à crescente preocupação com o meio ambiente tem motivado vários países a investirem em soluções mais limpas, a fim de diminuir o impacto ao meio ambiente e suprir essa necessidade.

O aumento da poluição, aumento do consumo de energia, a corrida pelo desenvolvimento de novas tecnologias, a demanda de clientes por produtos e serviços mais sustentáveis, dentre outros fatores, fizeram com que surgisse uma consciência de que o desenvolvimento deve coexistir em harmonia com o meio ambiente.

Nesse contexto, o Brasil se destaca pela produção de biodiesel, considerada fonte de energia limpa e sustentável, produzida a partir de recursos naturais renováveis como plantas e animais. O biodiesel é um forte candidato a fonte de energia alternativa aos combustíveis fósseis por ser derivado de fonte renovável, menos poluente, e possuir grande poder calorífico.

Biodiesel é o nome dado a ésteres alquílicos de ácidos graxos desde que atendam certos parâmetros de qualidade. No Brasil, quem determina esses parâmetros de qualidade é a ANP através da resolução ANP 07/2008. O biodiesel é, na maioria dos casos, produzido através das reações de transesterificação de triglicerídeos, usando geralmente catalisadores alcalinos, ou da esterificação de ácidos graxos livres, sendo que neste último caso os ácidos graxos livres (AGLs) são submetidos à reação direta com um álcool de 4 carbonos ou menos, na presença de catalisadores ácidos (MA; HANNA, 1999 e CANACKI; GERPEN, 2007).

Transesterificação é o processo de transformação de um éster carboxílico em outro, através da troca do grupo RO⁻ presente no éster original, por outro grupo semelhante proveniente de um álcool na presença de um catalisador, para dar origem à glicerina e a mono-álquil ésteres (biodiesel). A reação de transesterificação é representada pela seguinte equação global (Figura1):

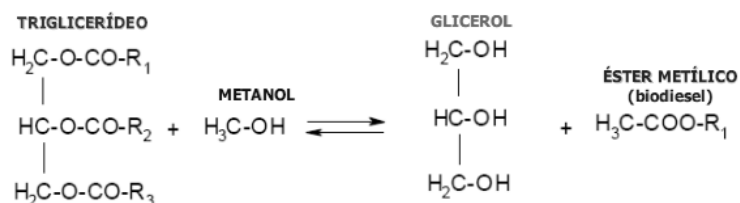


Figura 1 - Reação global de transesterificação.

Contudo, na realidade, a reação de transesterificação consiste de uma sequência de reações consecutivas e reversíveis como mostradas na Figura 2. Inicialmente ocorre a conversão de triglicerídeo em diglicerídeo, seguida pela conversão deste a monoglicerídeo e daí a glicerol (ou glicerina).

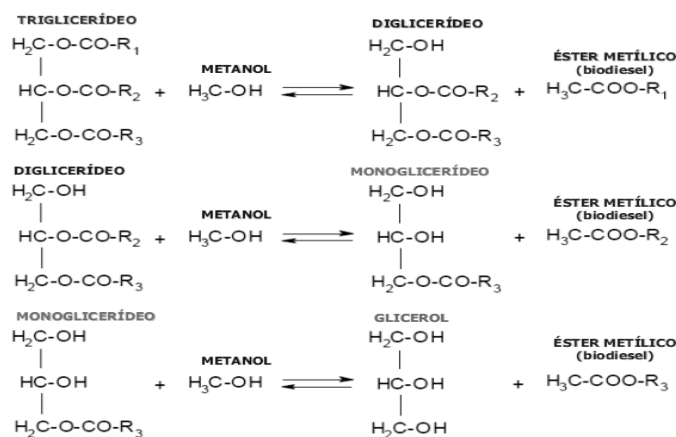


Figura 2 - Reação em etapas da transesterificação.

Na indústria, a escolha do tipo de catalisador que mediará essas reações depende de vários fatores como matéria-prima utilizada, teor de AGLs e umidade, tempo de reação, formação de subprodutos e outros. A grande maioria dos processos de produção industrial do biodiesel ao redor do mundo emprega atualmente o metóxido de sódio como catalisador, embora isto exija uso de óleos neutros, com baixo teor de ácidos graxos livres e com baixo teor de água (VICENTE, MARTÍNEZ e ARACIL, 2004). O uso do NaOCH₃ tem como vantagem ser mais ativo, ter menor tempo de reação (SCHWAB, BAGBY e FREEDMAN, 1987), possuir duas etapas de conversão, não formar sabão, a fase glicerínica separa mais fácil, gera menos poluentes e atinge quase 100% de conversão. A desvantagem é que a matéria-prima tem elevado custo devido ao seu refino, chegando ser 70-77% do preço final do biodiesel. As principais etapas do processo de transesterificação são mostradas na figura na Figura 3:

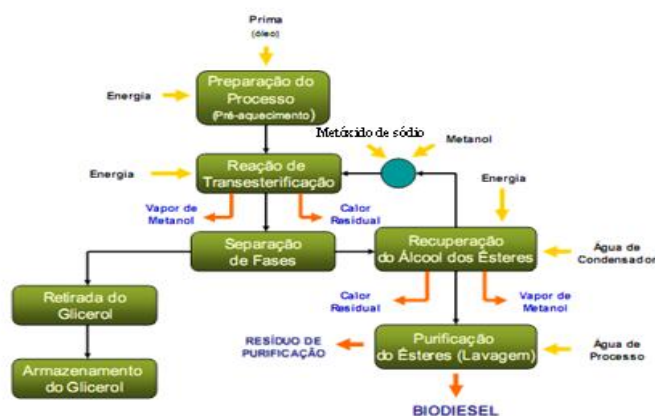


Figura 3 - Principais etapas do processo de produção de Biodiesel.

Em 2004 o Governo Federal instituiu o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) que possui três diretrizes: implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social; garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; e produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas. Em 2005, através da Lei nº 11.097, estabeleceu-se a obrigatoriedade da adição de 2% de biodiesel ao diesel mineral comercializado. A expectativa é que em 2013 essa percentagem passe para 5% (BIODIESEL). A adição gradativa de biodiesel ao diesel mineral impacta diretamente na emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Assim, pode-se notar que o processo de produção do biodiesel deve estar alinhado, não só com a demanda do mercado, mas também com os princípios ambientais e especificações governamentais. Por isso, é necessária a aplicação de ferramentas de gestão ambiental no processo produtivo com o objetivo de minimizar os riscos ao ser humano e ao meio ambiente.

Para atender essas necessidades, a Produção Mais Limpa (P+L) funciona como uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Esta abordagem induz inovação nas empresas, dando um passo em direção ao desenvolvimento econômico sustentável e competitivo, não apenas para elas, mas para toda a região que abrangem (CNTL, 2007).

A implementação do processo de P+L pode estar associada às características empreendedoras dos gestores da organização, à percepção de novas oportunidades geradoras de vantagens competitivas, às conformidades legais e à responsabilidade social e ética empresarial (CHRISTIE; ROLFE; LEGARD, 1995).

A aplicação de ferramentas de gestão ambiental permite mapear o processo, identificar os fatores e impactos ambientais e sociais potenciais, definir critérios de severidade e frequência, e assim, elaborar um plano de ação a ser aplicado para otimizar o processo.

Contudo, minimizar os impactos ambientais, como resíduos e emissões, por exemplo, também significa aumentar o grau de emprego de insumos e energia usados na produção, isto é, produzir produtos e não resíduos, garantindo processos mais eficientes. Para as empresas, a minimização de resíduos não é somente uma meta ambiental, mas, principalmente um programa orientado para aumentar o grau de utilização dos materiais, com vantagens técnicas e econômicas (CNTL, 2007).

O objetivo deste trabalho é a aplicar técnicas baseadas nos princípios de P+L na cadeia produtiva do biodiesel da Usina de Candeias, na Bahia.

Metodologia

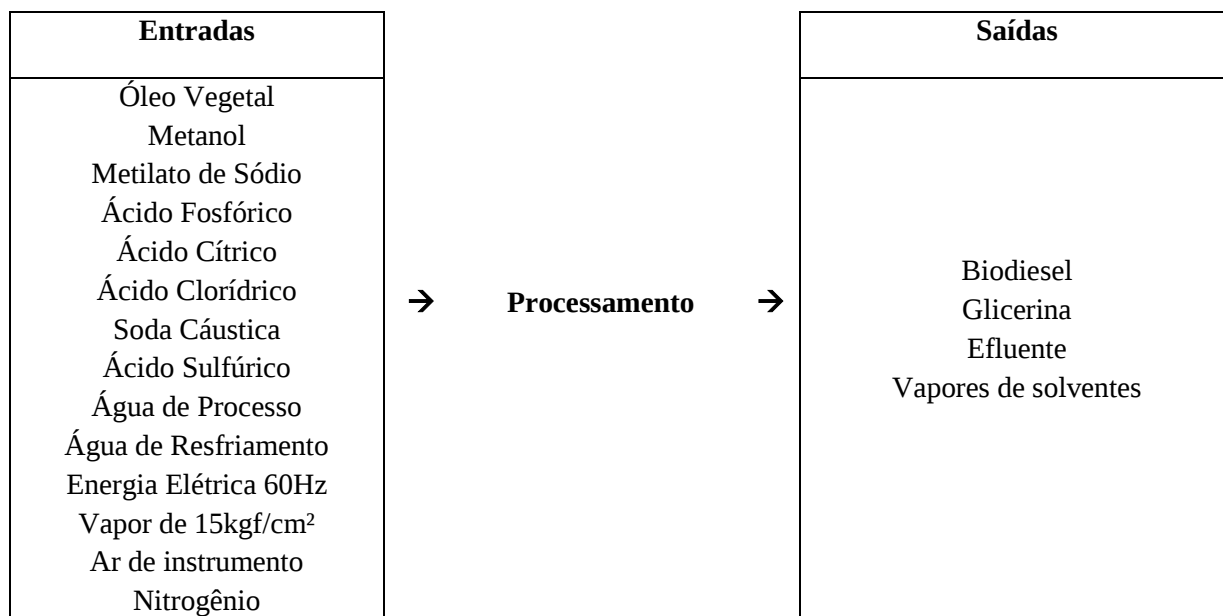
A metodologia de P+L é adaptada de acordo com cada processo. O processo analisado neste caso é de transesterificação por rota metílica. A metodologia consistiu das seguintes etapas:

- Elaboração de fluxogramas de processos
 - Simplificado



- Qualitativo Global (todas as entradas e saídas do processo)

Tabela 1 - Entradas e saídas de uma usina de biodiesel.



- Tabelas quantitativas referentes ao fluxograma Global.

Inicialmente, foram coletados dados de consumo de matéria-prima e insumos para produção de Biodiesel a partir da transesterificação de óleo vegetal via rota metílica. Esses dados iniciais foram obtidos na literatura, são as médias praticadas pelas indústrias referentes à produção anual de 100 mil toneladas de Biodiesel.

Tabela 2 - Preços e consumo de matéria-prima

Matéria-prima	Preço (R\$/t)	Consumo de Matéria-prima (t/ano)
Óleo vegetal	1.600	52.000
Metanol	775	9.900

Tabela 3 - Preços e consumos de insumos.

Insumos	Custo (R\$/t)	Consumo (t/ano)
Metilato de sódio	3.080	1.833
Ácido fosfórico	1.343	100
Ácido cítrico	2.141	65
Ácido clorídrico	857	800
Soda cáustica	995	421
Ácido sulfúrico	832	20

Os custos de utilidades são médias aproximadas, praticadas no Pólo Industrial de Camaçari – BA. Os dados de consumo seguem índices técnicos das tecnologias Ballestra e Crown Iron para transesterificação.

Tabela 4 - Preços e consumo de utilidades

Utilidades	Preço	Consumo
Água de processo	R\$3,24 / t	5.380 t/ano
Água de resfriamento	R\$1,04 / t	140 t/ano
Energia elétrica	R\$0,25 / kWh	2.150 kWh/ano
Vapor de 15kgf/cm ²	R\$87,51 / t	40.908 t/ano
Ar de instrumento	R\$0,129 / Nm ³ h	1.049 Nm ³ h/ano
Nitrogênio	R\$2,907 / m ³	500.000 m ³ /ano

Resultados e Discussão

Dados detalhados da Usina de Candeias serão coletados para ser avaliado quantitativamente e discutir aplicação de possíveis técnicas de P+L na Usina. Contudo, nesse primeiro momento, os resultados e soluções propostas serão baseados na média nacional.

A maioria das indústrias produtoras de biodiesel utilizam o processo de transesterificação. Esse processo consome ácido fosfórico e soda cáustica no pré-tratamento da matéria-prima, ácido cítrico na purificação do biodiesel, ácido clorídrico, ácido sulfúrico e soda cáustica para purificação da glicerina, o que leva a geração de uma água de lavagem com elevada carga poluidora.

Para contornar esse problema no efluente do pré-tratamento da matéria-prima, muitas medidas podem ser adotadas. A utilização de catalisadores heterogêneos e hidroesterificação, por exemplo, dispensa qualquer tipo de tratamento da matéria-prima, diminuindo assim a carga de poluidores no efluente. Em contrapartida, a utilização de catalisadores heterogêneos acarreta no aumento de consumo de energia, pois o processo é feito a elevadas pressões e temperaturas. No caso da hidroesterificação, a glicerina produzida é mais pura que a obtida a partir da transesterificação, dispensando qualquer tipo de tratamento.

Para que as soluções citadas sejam colocadas em prática, seria necessário um alto investimento, já que o processo é diretamente afetado. Mantendo o processo de transesterificação, outra alternativa

seria a lavagem a seco, que consiste na utilização de adsorventes como sílica, silicatos e alumina que são totalmente insolúveis, podendo ser separados através de uma simples filtração.

O metanol é tóxico e ao longo do processo vapores são gerados tornando o ambiente insalubre, colocando a saúde das pessoas em risco. Uma medida para evitar isso é a implantação de um sistema de detecção e que evite a fuga do vapor de metanol para o meio ambiente. Ainda assim, o metanol é utilizado por ser mais eficiente, seu consumo é 45% menor que o de etanol, é mais reativo, exige menos vapor e gera menos sabões, facilitando a separação do biodiesel e da glicerina, aumentando o rendimento do processo. O etanol poderia ser uma alternativa, em substituição ao metanol, para tornar a cadeia produtiva do biodiesel mais sustentável, já que é obtido de fonte 100% renovável, porém exige mais etapas de lavagem, gerando mais efluentes. Para a indústria a utilização de metanol ainda é mais economicamente viável.

Conclusões

A busca de técnicas de P+L a serem utilizadas a fim de tornar a cadeia produtiva de biodiesel mais sustentável e ao mesmo tempo tão lucrativa quanto o processo atualmente utilizado, está intrinsecamente ligada a altos investimentos e desenvolvimento de novas tecnologias.

As legislações estão cada vez mais rigorosas. Isso incentiva as indústrias a cultivarem práticas cada vez mais sustentáveis. Essa rigorosidade faz com que as empresas também invistam em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

De acordo com a literatura o custo da matéria-prima é onde se encontra a maior sensibilidade. Logo, investimento na utilização de técnicas onde a matéria-prima que não necessita de tratamento tem duas vantagens: menor geração de poluentes no efluente e menor custo, o que é de grande interesse para a indústria, pois impacta diretamente no preço final do biodiesel.

Agradecimentos

À ANP pela bolsa concedida através do programa de recursos humanos, PRH-13.

Referências Bibliográficas

BIODIESEL. Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Acessado em 06 de janeiro de 2011, no Web Site do Governo federal: <http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>

CANACKI, M.; Bioresour. Technol. **2007**, 98, 183.

CANACKI, M.; GERPEN, J. V.; Trans ASAE **2001**, 44, 1429.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Guia da Produção Mais Limpa.

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

CHRISTIE I.; ROLFE H.; LEGARD R.; Cleaner production in industry: Integrating business goals and environmental management. London: Policy Studies Institute, **1995**.

CNTL, Centro Nacional de Tecnologia Limpa. A Produção mais Limpa como um fator de desenvolvimento sustentável. **2007**.

CNTL, CNTL SENAI – Histórico. **2007**.

ENCARNAÇÃO, A. P. G.; Geração de Biodiesel pelos processos de transesterificação e hidroesterificação, uma avaliação econômica. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, **2008**.

FREEDMAN, B.; BUTTERFIELD, R. O.; PRYDE, E. H.; J. Am. Oil Chem. Soc. **1986**, 63, 1375.

SCHWAB, A. W.; BAGBY, M. O.; FREEDMAN, B.; Fuel **1987**, 66, 1372.

VICENTE, G.; MATÍNEZ, M.; ARACIL, J.; Bioresour. Technol. **2004**, 92, 297.