



A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE UMA PLANTA PILOTO PARA FABRICAÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE FRITURA

ESTUDO DE CASO: UNB/FGA (GAMA-DF)

Glécia Virgolino da Silva¹,

Pilar Hidalgo Falla², Yovanka Pérez Ginoris²,

Alessandro Borges de S. Oliveira², Marcos Antônio dos S. Alves²

RESUMO

Considerando os esforços do governo brasileiro e de seus pesquisadores para exploração de novas alternativas de energia renovável, como os biocombustíveis, e considerando as metodologias existentes de produção de biodiesel, incluindo os processos de lavagem deste, o qual consome grande quantidade de água tratada, a Universidade de Brasília/FGA/Gama instalou em 2010 uma planta-piloto de produção de biodiesel. A planta-piloto utiliza como matéria-prima o óleo de fritura coletado em residências, restaurantes e lanchonetes da região, evitando que este óleo continue sendo lançado ao esgoto *in natura*. Dessa forma, este projeto visa a realização de pesquisas acadêmicas e o beneficiamento da comunidade da cidade de Gama/DF. O presente trabalho teve o objetivo de realizar estudos preliminares da metodologia e da água para a produção do biodiesel, a fim de confirmar a redução de custos da Universidade com combustíveis, contribuir para redução do lançamento de óleos ao esgoto e do uso de destiladores para a água que irá lavar o biodiesel produzido, reduzindo também o consumo energético da planta.

Palavras-chave: Biomassa, Biodiesel, Energia.

1 UnB - Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, 70910-900, DF.

2 UnB - Universidade de Brasília, Campus Gama, Área Especial 2 Lote 14 Setor Central, Gama, DF, 72405-610.

ABSTRACT

Whereas the efforts of the Brazilian government and its researchers to explore new renewable energy alternatives such as biofuels, and considering the existing methodologies for the production of biodiesel, including the processes of washing out, which consumes a large amount of water treated, University of Brasilia/FGA/Gama installed in about July 2010 a pilot plant for biodiesel production. The pilot plant will use feedstock used frying oil collected in homes, restaurants and cafeterias in the region, preventing this oil remains released to sewage in natura. Thus, this project aims to develop academic research and the improvement of the community in the city of Gama / DF. This study aimed to carry out preliminary studies of the methodology and water to be used in biodiesel production in order to confirm the reduction of fuel costs of the University to contribute to reducing the release of oils into the sewer and use of distillers for water that will wash the biodiesel, reducing the energy consumption of the plant.

Keywords: Biomass, Biodiesel, Energy.

1. INTRODUÇÃO

O Campus Gama da UnB surgiu em 2008 na cidade do Gama, localizada no Distrito Federal (DF) (Figura 1), inicialmente com quatro cursos de engenharia. Os subsídios recebidos pela universidade possibilitaram a implantação de projetos destinados a pesquisa, extensão e desenvolvimento didático nas disciplinas.



Figura 1 - Mapa do Distrito Federal e localização da Região Administrativa do Gama. Fonte: GUIA GEOGRÁFICO – Mapa do Distrito Federal, 2010.



Esforços têm sido realizados para aumentar o uso do biodiesel no parque automotivo brasileiro como fonte alternativa de energia renovável. Ademais, vem crescendo a consciência ambiental na sociedade brasileira, a qual vem direcionando políticas públicas com a finalidade de estruturar ações visando a sustentabilidade de uma nova economia comprometida com o meio ambiente (SILVA et al, 2010).

Sendo assim, a UnB/Campus Gama (FGA) adquiriu uma microusina de biodiesel para que fosse possível desenvolver um projeto sustentável de produção de biodiesel, que além das pesquisas acadêmicas, poderá gerar benefícios para a comunidade da Região Administrativa do Gama conduzindo a melhorias nas dimensões cultural, social, econômico e ambiental desta região para alunos e comunidade.

Neste contexto, a universidade em breve, instalará uma planta piloto dentro de um container na zona industrial da região para produzir até 200 l/dia do biodiesel, usando como insumo principal óleo de fritura coletado em restaurantes da região, com a cooperação da Companhia de Saneamento do Distrito Federal (CAESB), e permitirá estudos sobre o controle de qualidade eficiente, junto à avaliação de emissões de gases no ambiente, estudos para melhoria de processos, incluindo o consumo de energia, assim como o reaproveitamento dos subprodutos gerados.

Para realização das atividades iniciais, a reação química para obtenção do biodiesel será por transesterificação, via rota metálica ou etílica, com utilização de um catalisador alcalino como, por exemplo, hidróxido de potássio (KOH) ou hidróxido de sódio (NaOH) (HAAS et al, 2000). A purificação deste biodiesel produzido será realizada seguindo-se três etapas de lavagem, e em relação aos subprodutos gerados, que é o foco principal deste trabalho, será verificar com testes preliminares a possibilidade de minimizar o consumo de água destilada no processo de lavagem na produção de biodiesel, incluindo também o reaproveitamento desta água em outros setores e a conseqüente redução de gastos energéticos na produção de biodiesel.

2. MICROUSINA DE BODIESEL

A microusina está sendo construída dentro de um contêiner (Figura 2) para que possa ser removida facilmente quando a estrutura permanente do Campus na cidade estiver pronta, possibilitando também aos pesquisadores enviá-la a outros setores da região em favor da comunidade assistida.



Figura 2 - Construção da estrutura da micro-usina de biodiesel no interior de um contêiner para Projeto da Faculdade do Gama-FGA/UnB.

Esta planta-piloto de biodiesel terá a capacidade de produção máxima de 200 l/dia e mínima de 50 l/dia (Ver Figura 3). O insumo principal requerido para sua fabricação é o óleo de fritura coletado na região da cidade do Gama, originado das residências, lanchonetes e principalmente dos restaurantes. Contribuindo para o reaproveitamento sustentável deste óleo, ao mesmo tempo em que evitará o seu despejo diretamente na rede de esgotos.

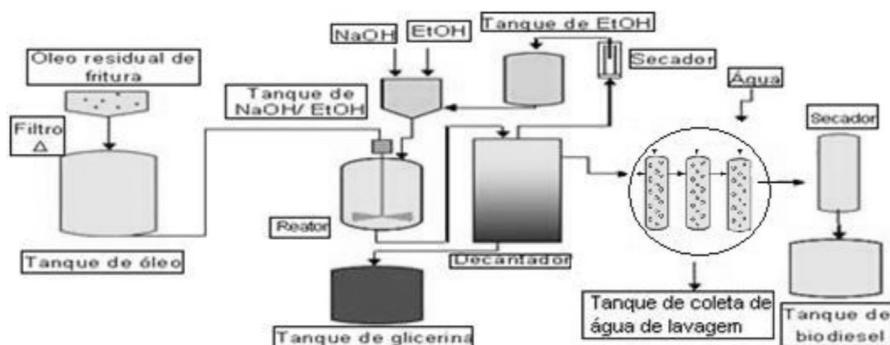


Figura 3. Processo de obtenção de biodiesel a partir da transesterificação metílica e/ou etílica do óleo residual de fritura – Projeto Faculdade de Gama-UnB.

Os tanques de água de lavagem, como mostrados na figura 3, estão sendo construídos para realizar a separação das águas de lavagens decorrentes da purificação do biodiesel, as quais serão ao todo três etapas.



3. ÁGUAS DE LAVAGEM NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL, TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO

No decorrer das reações de produção de biodiesel há formação de glicerina, sabões e ácidos graxos. A glicerina pode ser separada por decantação, em seguida, o biodiesel é purificado com lavagens nas quais a água leva consigo resíduos de sabões de sódio ou potássio, glicerina, ácidos graxos, bem como alcoóis e outros possíveis contaminantes (Figura 4). (NOUREDDINI, 2001)

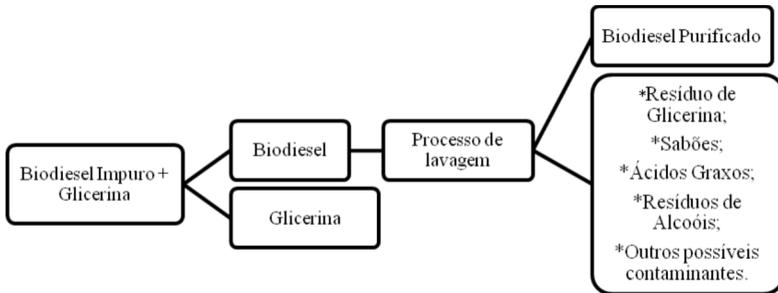


Figura 4. Processo de purificação de biodiesel. Fonte: NOUREDDINI, 2001.

Segundo DE BONI (2007), tradicionalmente, o consumo de água destilada é de aproximadamente três litros para cada litro de biodiesel produzido, gerando um consumo expressivo de água e energia no processo de destilação. Tais custos devem ser incorporados ao consumo energético total da produção de biodiesel. Além do que, o uso e consumo de água nesta proporção atualmente não é satisfatório em relação à sustentabilidade ambiental, levando em consideração os aspectos quantitativos e qualitativos da problemática da água no planeta (WEBER, 1992).

GOLDANI et al. (2008) relata que as etapas de lavagem no processo de produção do biodiesel são uma das mais importantes e mais cruciais para a obtenção de um biodiesel de qualidade para a conclusão eficiente do processo. Acrescenta ainda que as quantidades utilizadas de água e os métodos de tratamento para o reaproveitamento deste efluente devem ser mais explorados pelos pesquisadores.

Concomitantemente, normas e decretos devem ser obedecidos no que concerne ao lançamento de efluentes, domésticos ou não-domésticos, à rede de esgoto ou diretamente aos corpos receptores. Nas políticas de gestão e administrativa existem legislações como a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 e a Resolução CONAMA nº357 de março de 2005. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)



estabelece os padrões e seus valores limites de lançamento de efluentes em corpos receptores para a preservação dos corpos d'água (MMA, 2005).

Neste contexto, também existem legislações a nível estadual, ou no caso da região em estudo, a nível distrital, como o Decreto 18.328 de 8 de junho de 1997 (DECRETO 18.328, 1997), que estabelece os padrões do lançamento de efluentes líquidos na rede coletora de esgotos da região. Este decreto apresenta os valores característicos do esgoto doméstico, ou advindos de outros processos, para o distrito federal em relação a alguns parâmetros de interesse. Inclui ainda valores máximos permissíveis das cargas lançadas na rede de esgoto da região.

Em trabalhos como de GOLDANI et al. (2008) são apresentados estudos para melhoramentos nos processos de lavagem, propondo também metodologias de baixo custo para o tratamento de efluentes gerados na purificação do biodiesel e que possam atingir os padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357. Os parâmetros analisados no trabalho foram: óleos e graxas, hidrocarbonetos, DQO, DBO₅, Cor, Turbidez, pH e OD. Os dados obtidos evidenciaram que a maioria dos parâmetros encontrava-se fora dos limites exigidos pela Resolução. Os testes com metodologias de tratamento, como por exemplo, os usos de floculantes, mostraram-se satisfatoriamente viáveis no que tange a eficiência no melhoramento dos resultados e no custo econômico.

Em GRANGEIRO et al. (2009) foram analisadas as características físico-químicas das águas de lavagem da produção de biodiesel, que teve como matéria-prima óleo de mamona. O autor obteve dados de parâmetros como: pH, turbidez, cor e óleos e graxas. Considerando as normas para efluentes dispostos na Resolução nº357 do CONAMA, os resultados indicaram que a água de lavagem encontrava-se em desacordo com os padrões exigidos pelo órgão para lançamento direto aos corpos receptores, fazendo-se necessários, então, estudos mais aprofundados das características deste efluente e de metodologias que levem o efluente às condições mínimas exigidas pelas normas ambientais.

Avaliando alguns dos trabalhos relacionados à caracterização das águas de lavagem do processo de purificação do biodiesel, observa-se a necessidade de se aprofundar os estudos sobre as características do efluente originado nos processos de produção do biodiesel, de modo que, considerando os objetivos deste projeto, dentre várias dimensões, as implicações energéticas e ambientais sejam satisfatoriamente alcançadas e estejam de acordo com as normas estabelecidas pelo decreto distrital para lançamento de efluentes na rede de esgoto da região.



4. METODOLOGIA

O teste de acidez, a obtenção do biodiesel e coleta de águas de lavagem foram realizados no laboratório de ensino de química da UnB/FGA.

A fim de proceder segundo as normas da Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2004) realizou-se o teste de acidez da amostra de óleo de fritura que foi de 0,2646 mg KOH/g, a qual encontra-se dentro das especificações exigidas pelas normas, isto é, abaixo de 1.

De posse deste dado e para realizar os testes analíticos, obteve-se o biodiesel a partir deste óleo, originalmente de soja, coletado em residências da região. Antes do início das reações, filtrou-se o óleo em papel de filtro para eliminar impurezas grosseiras que poderiam conter na amostra. Em seguida procedeu-se a reação de transesterificação via rota metílica. Para cada 100g de óleo, utilizou-se como catalisador 1,5 g de hidróxido de potássio (KOH) anidro (SCHUCHARDT et al, 1998) em 35 mL de metanol (CH_3OH). O catalisador, antes de ser inserido na amostra de óleo foi filtrado em papel de filtro com uma fina camada de sulfato de sódio (NaSO_4) para retirar a umidade. Após inserir o catalisador na amostra de óleo, deixou-se sob constante agitação e aquecimento de aproximadamente 60°C, durante 1 hora.

Em seguida, a solução foi transferida para um funil de decantação e, após separação das fases, retirou-se a glicerina formada. Os procedimentos foram realizados de acordo com a figura 4.

O biodiesel gerado continuou no funil de decantação e procederam-se as três etapas de lavagem, nas quais cada água residual foi coletada para caracterização.

A primeira etapa de lavagem foi realizada inserindo no biodiesel gerado 150 mL de solução de Ácido Clorídrico (HCL) 0,5% (v/v), agitando vigorosamente e deixando descansar por 20 minutos. Após a separação retirou-se a água residual (L1) e esta foi reservada para as análises físico-químicas. Em seguida realizou-se a segunda etapa de lavagem com 150 mL de uma solução de NaCl 10% reservando-se a água residual (L2) como a etapa anterior. Por fim, o biodiesel foi separado em duas partes iguais e cada porção passou pela terceira etapa de lavagem, sendo uma delas com 75 mL de água potável (AP) (retirada diretamente da torneira do laboratório) e a outra com 75 mL de água destilada (AD), segundo Figura 5. Cada água residual foi reservada para análises (L3P e L3D), como as outras etapas anteriores. As duas porções de biodiesel também foram reservadas para testes futuros.

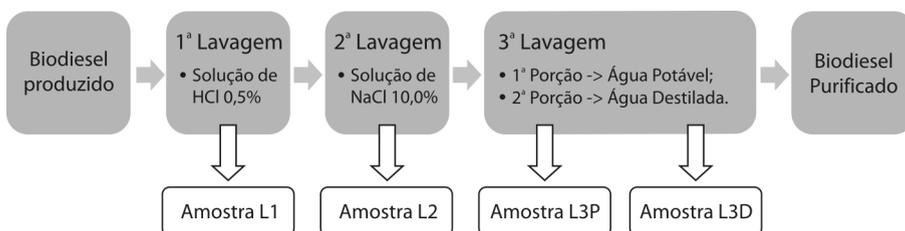


Figura 5 - Etapas da lavagem para a purificação do biodiesel.

Visto que os trabalhos já publicados em relação ao tema em questão indicam que as águas de lavagem contêm elementos potencialmente poluidores, realizou-se a análise de alguns dos parâmetros físico-químicos expostos no Decreto 18.328 de 18 de junho de 1997, que também estão presentes nas resoluções do CONAMA para efluentes industriais e que são apresentados na Tabela 1. Todas as análises físico-químicas foram realizadas com o apoio do Laboratório de Análise de Água da Universidade de Brasília/Campus Darcy.

As metodologias aplicadas seguiram de acordo com o *Standard Methods* (APHA, 1998) para análises de qualidade da água e esgoto. Os íons foram quantificados por cromatografia iônica, em cromatógrafo Dionex.

Tabela 1 - Parâmetros Analisados para caracterização das Águas de Lavagem.

Parâmetros Analisados
pH
Turbidez
Cor Aparente
Sulfato (SO_4^-)
Cloreto (Cl^-)
Nitrato (NO_3^-)
Fluoreto (F^-)
Fosfato (PO_4^{3-})
Temperatura
Material Flutuante Visível
Óleos e Graxas Visíveis



5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Logo após a separação do biodiesel e da glicerina, mediu-se o valor do pH do biodiesel, obtendo-se o valor de 8,5. Ao realizar a primeira lavagem com solução de HCl 0,5% v/v o pH chegou ao valor de 7,5. O pH manteve-se na neutralidade após as outras duas etapas de lavagem.

De forma a controlar os resultados das análises das águas de lavagem, realizou-se a caracterização das águas empregadas no presente experimento. A Tabela 2 apresenta os valores dos parâmetros físico-químicos da água destilada e da água potável utilizadas nas etapas de lavagem do biodiesel.

Tabela 2 - Características físico-químicas da água destilada e da água potável utilizadas nas etapas de lavagem de biodiesel.

Parâmetros	Resultados das Amostras de Água Antes da Lavagem	
	AD	AP
pH	6,58	6,68
Turbidez (UNT)	0,340	0,605
Cor Aparente (UC)	0	3
F ⁻ (mg/l)	ND	0,465
SO ₄ ⁻ (mg/l)	ND	0,000
Cl ⁻ (mg/L)	ND	1,508
NO ₃ ⁻ (mg/L)	ND	ND
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	ND	ND

AD=Água Destilada; AP= Água Potável da Região.

Como esperado, a turbidez das amostras de água foi menor que 1. Observou-se também que ambos os tipos de água praticamente são isentas de cor. Em relação às espécies iônicas, na água potável foram detectados íons fluoreto e cloreto enquanto que na água destilada não foram detectadas estas espécies. O pH das amostras de água foi próximo da neutralidade.

Na Tabela 3 são apresentados os valores dos parâmetros físico-químicos das águas residuárias advindas das etapas de lavagem do biodiesel, bem como os valores exigidos para o lançamento de efluentes não domésticos nas redes coletoras de esgotos descritos no decreto 18.328 do Distrito Federal.



Tabela 3 - Características físico-químicas das águas residuárias provenientes das etapas de lavagem do biodiesel.

Parâmetros	Resultados das Amostras de Água Depois da Lavagem				Decreto 18.328
	L1	L2	L3D	L3P	
pH	2,20	8,53	6,00	9,70	6 a 10
Turbidez (UNT)	40,25	10,26	29,60	304,00	-
Cor Aparente (UC)	446	118	303	520	-
Temperatura (°C)	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40
Material Flutuante	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Óleos e graxas visíveis	presente	presente	presente	presente	ausente
F ⁻ (mg/l)	ND	ND	ND	NR	10,0
SO ₄ ⁻ (mg/l)	ND	ND	ND	NR	1000,0
Cl ⁻ (mg/L)	5858	58164	3034	NR	90*
NO ₃ ⁻ (mg/L)	ND	ND	ND	NR	-
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	ND	ND	ND	NR	-

*Valor máximo para esgoto doméstico do Distrito Federal. L1=Água residuária da 1ª lavagem; L2=Água residuária da 2ª Lavagem; L3D= Água residuária da 3ª Lavagem com uso de água destilada; L3P= Água residuária da 3ª Lavagem com água potável disponível na região.

De acordo com os dados obtidos é possível observar que, se as águas de lavagem forem descartadas separadamente, haverá parâmetros fora das normas. Os exemplos observados e com valores mais críticos foram a água de lavagem da primeira etapa em relação ao pH, e a segunda água de lavagem em relação aos níveis de cloreto.

Tratando-se da água residuária referente à primeira lavagem (L1), observa-se desacordo com os limites estipulados pelas normas, isto é, o pH igual a 2,2 está muito abaixo do limite, bem como a presença de óleos e graxas visíveis e no alto valor de íons cloreto, 5858 mg/L na amostra.

A água residuária referente à segunda lavagem (L2) apresentou elevado valor de íons cloreto, 58,16 g/L, dez vezes mais que na primeira lavagem, e a presença de óleos e graxas visíveis. Tais resultados indicam que esta água de lavagem não pode ser descartada diretamente na rede de esgotos da região. O elevado valor de cloreto pode estar ligado ao fato de a solução empregada ser de NaCl 10% e o cloro ser um eletrólito forte, totalmente dissociável. Tal etapa é necessária para a retirada de resíduos como, por exemplo, os sabões.



Como notado na tabela 3, a amostra L3D também apresentou níveis de cloreto acima dos valores desejáveis, já que as características do esgoto doméstico da região normalmente possuem um valor máximo de 90 mg/L. E a amostra apresentou óleos e graxas visíveis. Já a amostra relativa à terceira lavagem com água potável (L3P), indicou alta turbidez e cor aparente, com aspecto coloidal. Tal fato foi considerado para a não realização das análises no cromatógrafo iônico, pois poderia conter maior quantidade de sabões e cloreto que a amostra L3D e afetar a resina da coluna do equipamento.

De posse dos testes preliminares das águas de lavagem no processo de purificação do biodiesel, verificou-se que todas as águas residuárias devem ser estudadas mais profundamente e submetidas a tratamento para, principalmente, neutralização do pH, remoção de óleos, graxas e sabões e de íons cloreto, para que possam ser reaproveitados em outras atividades da UnB/FGA e comunidade, ou descartadas na rede de esgotos da região com todos os parâmetros de acordo com as normas estabelecidas para efluente não-domésticos.

6. CONCLUSÕES

De forma geral, foi possível constatar que as expectativas de se produzir biodiesel pela microusina poderão trazer benefícios à UnB/FGA, abrindo portas para diversas possibilidades de pesquisas acadêmicas de extensão, que auxiliarão didaticamente os cursos de engenharia. A produção de biodiesel a partir de óleo de fritura local requer naturalmente o tratamento de águas residuárias com manejo sustentável. Em se tratando dos resultados das características das águas residuárias da lavagem do biodiesel, verifica-se a necessidade de estudos mais aprofundados, principalmente quando a microusina estiver em funcionamento, visto que os valores não serão os mesmos obtidos em laboratório. E já pode ser avaliado que estes valores estão inaptos ao despejo na rede de esgotos do local observando-se os níveis de cloreto, valores de pH, turbidez, cor e óleos e graxas.

Recomenda-se o aperfeiçoamento do tratamento das águas de lavagem do biodiesel controlando o pH e, principalmente, desenvolvendo-se propostas tecnológicas para o melhoramento dos índices obtidos nas análises das amostras de águas residuárias. Segundo trabalhos já publicados,



pode-se avaliar a eficiência de metodologias como troca-iônica, floculação e flotação.

Assim, os testes preliminares foram alcançados satisfatoriamente, apontando a necessidade de um maior controle dos resíduos produzidos pela microusina. Verificou-se que a microusina de biodiesel poderá contribuir com a redução de lançamento de óleo de fritura na rede de esgotos e na promoção do desenvolvimento acadêmico da UnB/FGA, contemplando assim, os aspectos sociais e ambientais da região e do seu entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP – Agência Nacional do Petróleo. Resoluções. Brasil, 2004. Disponível em: http://www.anp.gov.br/petro/legis_biodiesel. Acesso em 24 de julho de 2010.

APHA. 20.ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

Decreto 18.328, de 8 de junho de 1997. Do lançamento de efluentes líquidos na rede coletora de esgotos, Distrito Federal. Brasil, 1997.

De Boni, L.A.B et E. Goldani et C.D. Milcharek et F. A. dos Santos. "Tratamento Físico-Químico da Água de Lavagem Proveniente da Purificação do Biodiesel." In Tchê Química. v. 4, n° 7, Porto Alegre-RS, Jan/2007, Brasil.

Goldani, Eduardo et Luis Alcides Brandini de Boni et Claudio Luis Crescente Frankenberg et Marlize Cantelli. "Tratamento Físico-Químico Dos Efluentes Líquidos Provenientes Da Purificação Do Biodiesel", Prêmio ANA (2006) in Anais do simpósio estadual de agroenergia 2ª reunião técnica anual de agroenergia-AGRENER, Pelotas, Rio Grande do Sul, 2008. Disponível em:

http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/agroenergia_2008/Agroener/trabalhos/outros/Eduardo_Goldani.pdf. Acesso 20 de julho de 2010.

Grangeiro, Rosa Virgínia T. et Antônio G. de Souza et Ilda Antonienta S. Toscano, et Manoel B. Dantas et Marco A. R. de Melo et Antônio Francisco F. de Vasconcelos et Rebeca T. Aguiar et Marcos A. G. Pequeno. "Caracterização Da Água De Lavagem Proveniente Da Purificação Do Biodiesel De Mamoná." in Anais do 32º Congresso da Sociedade Brasileira de Química/SBQ. Fortaleza/CE, 2009.



Guia Geográfico – Site com Mapas do Distrito Federal. Disponível em <http://www.mapas-df.com/regioes.htm>. Acesso dia 23 de julho de 2010.

Haas, Michael.J. et Scott Bloomer et Karen Scott. "Simple, high-efficiency synthesis of fatty acid methyl esters from soapstock" in *Journal of the American Oil Chemists Society*, Champaign, v. 77, n.4, p. 373–379, 2000.

MMA- Ministério do meio ambiente, Resolução CONAMA, n. 357, 2005.

Noureddini, Hossein. "System and process for producing biodiesel fuel with reduced viscosity and a cloud point below thirty-two (32) degrees Fahrenheit." USPTO in Patent Full. Patent n0 6.174.501. p. 4-14. 2001.

Schuchardt, Ulf et Ricardo Sercheli et Rogério Matheus Vargas. "Transesterification of Vegetable Oils: a Review". in *J. Braz. Chem. Soc.* v. 9, p. 199-210, 1998.

Silva, Glécia Virgolino da et Pilar Hidalgo et Carlos Alberto Veras. "Estudo de emissões de B5 com aditivos" in *Anais VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica CONEM*, Campinas Grande, Brasil, 2010.

Weber, Rolf. "Sistemas Costeiros e Oceânicos" in *Química Nova*, v. 15, n.12, 130-137, 1992.