



PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE FRITURA USADO E O EMPODERAMENTO DA COMUNIDADE.

Elisa Helena Siegel Moecke *
Steffan Macali Werner *
Yuri Andrei Gelsleichter *
Aline Ferreira Ali de Avila *
Thayse Correa da Silveira *

Resumo

O aproveitamento de óleos e gorduras saturadas, provenientes de frituras, em produtos como sabão, ração e biodiesel evita o lançamento destes no esgoto doméstico ou na forma bruta no solo e em cursos d'água. A produção de biodiesel a partir do óleo de fritura foi uma alternativa encontrada para a Associação Pro-Crep (Projeto Criar, Reciclar, Educar e Preservar), do bairro da Pinheira em Palhoça/SC, incrementar a renda de seus associados e preservar o meio ambiente. Através dos trabalhos desenvolvidos pela Unisul (Universidade do Sul de Santa Catarina) com apoio do CNPq e da UniSol/Santander foi possível implantar uma unidade de processamento de biodiesel. Inicialmente foi efetuado um diagnóstico da situação atual, usado o mapa comunitário para o entendimento espacial e localização dos fornecedores de óleo, calendário sazonal de pesca para a compreensão do tipo de embarcação usada pelos pescadores e o impacto do óleo diesel na composição dos custos da pesca. O processo produtivo como também os equipamentos foram desenvolvidos com a participação dos associados da Pro-Crep, alunos e professores da Unisul. O projeto foi desenvolvido dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável, buscando conciliar a dimensão econômica, social e ambiental. A partir dos trabalhos de educação ambiental, realizados nas escolas de ensino fundamental e médio, nas associações de bairro e nos grupos de terceira idade, criaram-se condições para manter o abastecimento da usina com óleo de fritura. As parcerias estabelecidas com os restaurantes também contribuíram significativamente com o projeto. O biodiesel produzido é usado para abastecer o trator que realiza a coleta de resíduos sólidos e do óleo e para abastecer os barcos de pesca artesanal da Pinheira.

Palavras Chave: biodiesel, óleo de fritura, empoderamento.

* Farmacêutica e Bioquímica, Doutora em Química pela UFSC, Professora do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e de Engenharia de Produção. E mail: elisa.moecke@unisul.br

** Acadêmico do curso de Engenharia de Produção. E mail: steffan.werner@unisul.br

*** Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. E mail: yuri.gelsleichter@unisul.br

**** Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. E mail: aline.avila@unisul.br

***** Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. E mail: thayse.silveira@unisul.br

1. Introdução

A pesca artesanal é uma das atividades mais antigas, sendo a principal fonte de recurso para muitas famílias de diversas comunidades. Para o Estado de Santa Catarina, a pesca artesanal tem significativa importância econômica, uma vez que a costa litorânea tem extensão de 531 km, correspondendo a 7% do litoral brasileiro. O Estado abrange 34 municípios, com população de 1.917.719 pessoas. Em Santa Catarina a pesca é realizada em toda a extensão da costa litorânea, em diferentes ambientes aquáticos: mar aberto, baías, lagoas e estuários.

Estes ambientes, por possuírem características próprias que os distinguem entre si, determinam a forma de exploração dos seus recursos pesqueiros e, em função dela, as condições sociais e econômicas da população que os exploram.

De acordo com Severo (2008), o principal componente do custo na pesca artesanal da Praia da Pinheira é o combustível utilizado pelas embarcações, no caso o óleo diesel, consumido em média 3.240 L/ano, por embarcação.

A Praia da Pinheira localiza-se no distrito de Enseada de Brito, o qual pertence à Palhoça, que é um dos municípios mais extensos do litoral catarinense, com 323 km², e densidade demográfica de 371 hab/km². Mas, dessa área total de Palhoça, 235 km² são de área de preservação permanente (ou seja, 73% do território) devido à presença de duas unidades de conservação: o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e o Parque Ecológico Municipal dos Manguezais.

A região, além da atividade pesqueira, se caracteriza pela presença do turismo devido às belezas naturais. Para receber os turistas existem diversos espaços gastronômicos, os quais consomem óleo vegetal para preparar um dos principais pratos da região o “peixe frito”. Através de um levantamento feito com os donos de estabelecimentos da região, estima-se que por mês sejam descartados cerca de 6000 litros de óleo saturado, o qual muitas vezes pode não ter a destinação adequada, podendo ocasionar poluição na região.

O aproveitamento destes óleos e gorduras saturadas, provenientes de frituras, em produtos como sabão, massa de vidraceiro, ração e biodiesel ou para outros fins, evitaria o lançamento destes no esgoto doméstico ou na forma bruta no solo e em cursos d’água. Uma das grandes dificuldades para utilizar o óleo de frituras como matéria prima é a falta de organização na coleta e de conscientização da comunidade na disposição deste rejeito para posterior coleta.

O óleo e gorduras provenientes de frituras apresentam uma elevada oxidação com formação de peróxidos e o uso em ração animal pode trazer problemas às pessoas que ingerem animais alimentados com essa ração. E o efeito acumulativo da ingestão contínua e prolongada de compostos de maior toxicidade, como monômeros cíclicos e hidrocarbonetos poli-aromáticos formados durante a fritura por imersão, deveria ser mais bem investigado em razão de suas reconhecidas propriedades carcinogênicas (Costa Neto et al., 2002).

Reduzir a poluição ambiental é hoje um objetivo mundial. Todo dia tomamos conhecimento de estudos e notícias indicando os males do efeito estufa. A Comunidade Europeia, os Estados Unidos e outros países vêm estimulando a substituição do petróleo por combustíveis de fontes renováveis, incluindo principalmente o biodiesel. Devido a sua expressiva capacidade de redução na emissão de poluentes, quando comparado ao óleo diesel. Pode atingir a redução de até 98% a emissão de enxofre, 30% de aromáticos e 50% de material particulado, e redução de no mínimo 78% de gases causadores do efeito estufa e da chuva ácida. Apresenta ainda vantagens, como de ser produzido localmente, criando empregos e resolvendo os problemas de descarte de resíduos pontuais, que apresentam vários inconvenientes ambientais (FERRARI, 2005; FELIZARDO, 2003; KNOTHE, 2005).

Quimicamente, o biodiesel é uma mistura de ésteres metílicos ou etílicos. Uma série de métodos atualmente disponíveis tem sido adotados para a produção de biodiesel. Há

quatro maneiras principais de produção: utilização direta e mistura de óleos crus, micro-emulsificação, craqueamento térmico (pirólise) e transesterificação. O método de transesterificação é o processo mais utilizado e bem estabelecido para melhorar a propriedade de óleos combustíveis (LEUNG, WU, LEUNG, 2010; SIVAKUMAR, P.; ANBARASU, K; RENGANATHAN, 2011). A Transesterificação é o deslocamento do álcool a partir de um éster por outro álcool. Reação de transesterificação geral se dá a partir de três reações consecutivas e reversíveis. É amplamente utilizado para reduzir a viscosidade de triglicéridos derivados de matérias primas renováveis, na presença de um catalisador para acelerar a reação de transesterificação e aumentar o rendimento. O excesso de álcool é utilizado para a completa a reação. A transesterificação é um termo usado para descrever uma classe de reações orgânicas onde um éster é transformado em outro, através da troca dos grupos alcóxidos. É necessário o uso de agentes transesterificantes, os álcoois de baixo peso molecular, como o metanol, etanol, propanol, butanol e álcool amílico. Metanol é o mais utilizado devido às suas vantagens físicas e químicas (polaridade, álcool de cadeia mais curta, reage rapidamente com o triacilglicerídeo e dissolve facilmente o catalisador básico). Além disso, permite a separação simultânea da glicerina (RINALDI et al., 2007; SANTOS et al., 2007).

O presente trabalho, dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável, busca proporcionar um fim adequado ao óleo de fritura a partir da produção de biodiesel para ser usado nas embarcações de pesca artesanal, aliando a necessidade dos pescadores artesanais e dos associados e a disponibilidade do óleo de fritura na região.

2. Material e Métodos

Inicialmente foi realizada uma parceria com a Associação Pró-Crep (Criar, reciclar, educar e preservar) para desenvolver o projeto na comunidade da Pinheira em Palhoça/SC. Foi realizado um diagnóstico da situação atual e, ainda, usado o mapa comunitário para o entendimento espacial da comunidade e localização dos pontos fornecedores de óleo; calendário sazonal de pesca para a compreensão do tipo de embarcação usada pelos pescadores e o impacto do óleo diesel na composição dos custos.

Durante o desenvolvimento do projeto foram proferidas palestras nas escolas e para a comunidade, buscando a conscientização pela preservação do meio ambiente. Esta etapa foi realizada pelos associados, alunos e professores da Universidade do Sul de Santa Catarina - Unisul.

O projeto da unidade de processamento de biodiesel foi elaborado segundo a metodologia de Projeto de Desenvolvimento de Produto, proposta por Hozenfeld e Forcellini (2006).

O biodiesel foi obtido a partir da reação de transesterificação do óleo de fritura e metanol usando como catalisador o hidróxido de potássio, o processo foi previamente otimizado em nível de laboratório através da metodologia de análise de superfície. Os projetos dos reatores foram desenvolvidos com os alunos da Engenharia de Produção e da Engenharia Ambiental e Sanitária, sendo fabricados numa empresa metalúrgica da região.

A unidade de processamento de biodiesel foi implantada ao lado do galpão de triagem da associação Pro-Crep. Todas as etapas para a implantação foram realizadas com a participação ativa dos associados.

O processo de transesterificação desenvolvido para a unidade envolve basicamente quatro etapas: o pré – tratamento do óleo de fritura (peneiramento e decantação) para retirada das impurezas e da água; a reação de transesterificação (usando metanol e KOH), separação da glicerina e a purificação do biodiesel formado (lavagem e secagem).

3. Resultados e Discussão

Os trabalhos de educação ambiental foram realizadas em 9 escolas de ensino fundamental e duas escolas com o ensino médio da região da Baixada do Maciambú onde se localiza a Pinheira. Foram feitas reuniões com a comunidade para discutir questões ambientais da região e, ainda, de motivação, buscando valorizar as potencialidades das mesmas. As fotos da figura 1 se referem às atividades de educação ambiental, realizadas nas escolas e na comunidade.



Figura 1 - Cartilha de educação ambiental.
Fonte: Elaboração dos autores, 2012.

Para a educação ambiental foi desenvolvido material didático (cartilha) que foi distribuído nas escolas, mostrando a importância da separação dos resíduos para o meio ambiente e a divulgação do projeto biodiesel (figura 1). Além disso, foi elaborado um *kit* contendo óleo de fritura bruto, óleo de fritura limpo, biodiesel e glicerina, biodiesel purificado e a glicerina (figura 2).

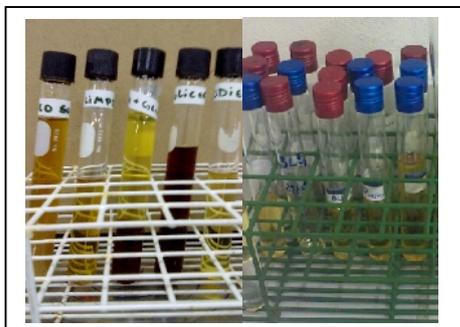


Figura 2 – Kits com frascos contendo óleo de fritura bruto, óleo de fritura limpo, biodiesel e glicerina, biodiesel purificado e a glicerina.
Fonte: Elaboração dos autores, 2012.

O uso do *kit* foi importante para o trabalho de divulgação do projeto, despertou o interesse pelo trabalho. Possibilitou a visualização do óleo de fritura recebido na unidade de processamento e as transformações ocorridas durante a reação de transesterificação e de purificação final do biodiesel.

O projeto teve intensa participação da comunidade, resultando no aumento significativo de óleo de fritura enviado à unidade de processamento. Das residências, a unidade passou a receber aproximadamente 1.500 L/mês, enquanto que dos estabelecimentos gastronômico de 3.000 a 4.000 L/mês no período de verão, na baixa temporada o fornecimento diminuiu para 50%.

O óleo de fritura ao chegar à unidade de processamento passa por um sistema de filtração e decantação para a retirada das impurezas. Do total do óleo que chega a unidade de processamento, aproximadamente 3% corresponde a impurezas e 20 a 30% de sal e

água, quando proveniente dos estabelecimentos gastronômicos. O óleo das residências não apresenta sal e água em quantidades significativas (< 2%). Após a separação das impurezas, sal e água o óleo é submetido à análise da acidez. Quando a acidez do óleo for maior de 3,0 %, este é encaminhado para a produção de sabão. E com teores de acidez menores que 3,0 mg KOH/g o óleo segue para a produção de biodiesel. Na tabela 1 são apresentados os resultados referentes aos parâmetros físico químicos do óleo de fritura filtrado e os valores do óleo de soja refinado estabelecido pela resolução nº 482 da Anvisa de 23 de setembro de 1999. Para a fritura dos alimentos, normalmente o óleo mais usado é o de soja.

Tabela 7 – Valores dos parâmetros físico-químicos do óleo de fritura filtrado e os valores do óleo de soja refinado estabelecido pela Anvisa (1999).

Parâmetros Físico-Químicos	Resultados	
	<i>óleo de fritura filtrado</i>	<i>óleo de soja refinado*</i>
Acidez (%)	2,34	máx. 0,06
Umidade e voláteis (%)	0,21	máx. 0,06
Densidade a 25°C (g/cm ³)	0,9309	0,919 a 0,925
Índice de Refração a 25 °C	1,489	1,470 a 1,476
Rancidez	Não constatado	ausência
Índice de Saponificação	186,02	189 - 198

*Óleo de soja refinado "novo" que submetido ao processo de frituras – padrões de qualidade conforme estabelecido pela Resolução nº 482 da Anvisa (1999).

Fonte: Elaboração dos autores, 2012.

Podemos observar que o óleo de fritura filtrado usado para produção de biodiesel apresenta valores de acidez maiores que do óleo de soja "novo". A acidez teve um valor de 2,34% em ácido oleico, havendo um aumento em relação ao óleo "novo" (0,06%), resultado da degradação do óleo por processos de hidrólise, oxidação e aquecimento, fatores que favorecem o surgimento de ácidos graxos livres e consequente aumento da acidez devido ao processo de frituras. Esse valor é aceitável para que a reação de transesterificação com catálise alcalina ocorra sem que haja um baixo rendimento (abaixo de 85%), não sendo necessária uma etapa de secagem do óleo antes da reação de transesterificação (SHARMA; SINGH; UPADHYAY, 2008; DERMIRBAS, 2009).

O valor da densidade do óleo de fritura foi um pouco acima (0,9276 g/cm³) do valor limite que é de 0,925 g/cm³ para comercialização do óleo de soja refinado de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1999). Com o processo de aquecimento do óleo, normalmente atinge temperaturas de 180 a 200°C, pode ocorrer à quebra das duplas ligações entre carbonos devido a termo-oxidação (Bannwart, 2009). O índice de refração foi de 1,489 em relação ao valor de 1,476 para o óleo de soja refinado, valor máximo estabelecido pela Anvisa (1999), mostra que houve pequenas modificações no comprimento da cadeia hidrocarbonada e no grau de insaturação dos ácidos graxos constituintes dos triglicerídeos.

O biodiesel produzido na unidade de processamento, usando óleo de fritura, foi analisado de acordo com alguns parâmetros de qualidade estabelecidos pela Resolução 14 da ANP (2012). Na tabela 2 são comparados os valores obtidos nas análises com alguns parâmetros de qualidade especificados pela Resolução da ANP (2012).

Tabela 2 - Resultados das análises do biodiesel.

Parâmetros	BU*	BP**
Índice de acidez (mg KOH/g)	0,45	0,5
Massa específica (kg/m ³)	894,2	850 – 900
Viscosidade Cinemática (mm ² /s)	5,82	3,0 – 6,0
Teor de umidade (mg/kg)	647,4	***
Teor de ésteres (%)	93,4	96,5 min.
Sódio + Potássio (mg/kg)	1,7	5 máx.

* Biodiesel produzido na unidade de processamento

** Especificação do Biodiesel de acordo com a Resolução n.14 da ANP de 18 de maio de 2012

*** Será admitido o limite de 380 mg/kg 60 dias até 18/07/2012. A partir de 1º de janeiro de 2013 até 31 de dezembro de 2013 será admitido o limite máximo de 350 mg/kg e a partir de 1º de janeiro de 2014, o limite máximo será de 200 mg/kg.

Fonte: Elaboração dos autores, 2012.

O índice de acidez de 0,452 mg KOH/g, a massa específica de 894,2 (kg/m³), a viscosidade cinemática de 5,82 (mm²/s) e o teor de sódio e potássio satisfazem as exigências da resolução 14 da ANP (2012).

O teor de ésteres 93,5 % está abaixo do limite mínimo exigido pela resolução n. 14, esta perda pode estar associada a formação de sabão ou a presença de mono e diglicerídeos. A melhoria no sistema de purificação do biodiesel poderá aumentar o teor de ésteres. O teor de umidade (647,4 mg/kg) é outro parâmetro que não satisfaz as exigências da ANP que admite o limite de 380 mg/kg (este limite está previsto até 18/07/2012, a partir de 1º de janeiro de 2013 até 31 de dezembro de 2013 será admitido o limite máximo de 350 mg/kg e a partir de 1º de janeiro de 2014, o limite máximo será de 200 mg/kg).

A unidade de processamento tem capacidade de produzir 4.800 litros de biodiesel por mês. O biodiesel produzido se destina à embarcações de pesca artesanal da Pinheira e para o trator da Associação Cro-Crep. Atualmente duas embarcações de pequeno porte estão usando o biodiesel, há oito meses, com uma mistura de 20% e 40% de biodiesel (B20 e B40) (figura 3). O desempenho dos motores está sendo monitorado por um mecânico. Além do uso pelas embarcações, o biodiesel está sendo usado pelo trator que realiza a coleta do óleo de fritura e dos resíduos sólidos recicláveis na região. Desde agosto de 2011, o trator usa uma mistura de 70% de biodiesel (B70) (figura 4).



Figura 3 - Foto da embarcação movida com biodiesel (B20).

Fonte: Elaboração dos autores, 2012.



Figura 4 - Foto do trator movido com biodiesel (B70).

Fonte: Elaboração dos autores, 2012.

O uso do biodiesel pelos pescadores, ao mesmo tempo, que traz uma diminuição dos custos despendidos com o diesel, diminui a emissão de poluentes gerados pela queima dos combustíveis fósseis. pelos motores das embarcações. E permite também o uso no trator que faz a coleta seletiva, possibilitando uma maior renda para os associados. Além disso, o óleo de fritura permanece na região, evitando o transporte para outros locais mais distantes e desta forma os ganhos econômicos ficam na comunidade.

4. Resultados e Discussão

A educação ambiental e as reuniões realizadas sensibilizaram as comunidades da Baixada do Maciambú, quanto à separação e disponibilização do óleo usado em frituras para a produção do biodiesel. As características físico-químicas do óleo de fritura são adequadas para a obtenção de biodiesel através da reação de transesterificação com metanol e usando KOH como catalisador. O processo produtivo do biodiesel instalado na unidade de processamento é tecnicamente viável, conforme foi verificado a partir dos resultados obtidos pelos parâmetros físico-químicos. O uso do biodiesel (B20) pelos barcos de pesca durante oito meses e pelo trator (B70) durante nove meses não mostrou alterações nos motores.

5. Agradecimentos

Agradecemos o apoio financeiro recebido pelo CNPq e pelo Banco Santander. Agradecemos também a assistência recebida pela UniSol. E a Unisul pelas bolsas de Iniciação Científica (PUIC).

6. Referências

ANP. Agência Nacional do Petróleo. **Resolução ANP nº 14 de 11 de Maio de 2012**. Estabelece a especificação do biodiesel a ser comercializado pelos diversos agentes econômicos autorizados em todo território nacional. Disponível em: < http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2012/maio/ranp%2014%20-%202012.xml> Acesso em: 24 mai. 2012.

ANVISA. Agência de Vigilância Sanitária. **Resolução Anvisa nº 482 de 23 de setembro de 1999**. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos E Gorduras Vegetais. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/482_99.htm#> Acesso em: 24 mai. 2012.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, São Paulo, v.23, n.4, jul./ago. 2000.

DEMIRBAS, AYHAN. Progress and recent trends in biodiesel fuels. **Energy Conversion and Management**. v.50, p.14-34. 2009.

FELIZARDO, P. M. G. **Produção de Biodiesel a Partir de Óleos Usados de Fritura**. Lisboa. Relatório de estágio – QUERCUS; Centro de Informação de Resíduos, Instituto Superior Técnico de Lisboa, 2003.

- FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja - Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, São Paulo, v.28, n.1, jan./fev. 2005.
- HOZENFELD, H.; FORCELLINI, F. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do produto**. Ed. Saraiva, 2006.
- KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J. RAMOS, L. P. **Manual de Biodiesel**. São Paulo: Editora Blucher, 2006.
- LEUNG, Dennis Y.C.; WU, Xuan; LEUNG, M.K.H. A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. **Applied Energy**. v. 87, n. 4, p. 1083-1095, abr. 2010.
- RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L. L.; ROSSI, A. V.; SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.5, set./out. 2007.
- SANTOS, N. A. **Propriedades Termo-Oxidativas e de Fluxo do Biodiesel de Babaçu (Orbignya phalerata)**. 2008.129 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.
- SEVERO, C. M. **Pesca Artesanal em Santa Catarina: Evolução e Diferenciação dos Pescadores da Praia da Pinheira**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- SIVAKUMAR, P.; ANBARASU, K; RENGANATHAN, S. Bio-diesel production by alkali catalyzed transesterification of dairy waste scum. **Fuel**. v. 90, p.147-151. 2011.