



Acta Scientiarum. Technology

ISSN: 1806-2563

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá

Brasil

de Souza Schneider, Rosana de Cássia; dos Santos, Eder; Krise, Dione José; Lipke, Régis Jacsiano  
Produção de óleos e gorduras residuais no Município de Arroio do Tigre, Estado do Rio Grande do  
Sul, visando à produção de biodiesel

Acta Scientiarum. Technology, vol. 33, núm. 1, 2011, pp. 71-79

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303226530009>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Produção de óleos e gorduras residuais no Município de Arroio do Tigre, Estado do Rio Grande do Sul, visando à produção de biodiesel

Rosana de Cássia de Souza Schneider<sup>1,2\*</sup>, Eder dos Santos<sup>1</sup>, Dione José Krise<sup>2,3</sup> e Régis Jacsiano Lipke<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental, Departamento de Química e Física, Universidade de Santa Cruz do Sul, Av. Independência, 2293, 96815-900, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. <sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Biocombustíveis, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. <sup>3</sup>Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Arroio do Tigre, Arroio do Tigre, Rio Grande do Sul, Brasil. <sup>4</sup>Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Ibarama, Ibarama, Rio Grande do Sul, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: rosana@unisc.br

**RESUMO.** O presente trabalho buscou reconhecer a condição de produção de óleos e gorduras residuais (OGR) na zona urbana de municípios de pequeno porte, visando à definição de ações que venham a reduzir o impacto ambiental desta atividade em estabelecimentos públicos e em residências. O município onde foi realizado o estudo foi Arroio do Tigre (Rio Grande do Sul – Brasil), que tem 5.511 habitantes, e utilizou-se uma amostra da população a qual foi dividida em dois grupos: residências e estabelecimentos que produzem alimentos por processo de fritura. O levantamento de dados visou colher atitudes e percepções da população quanto aos OGR. Também foi realizada a análise do óleo de fritura em dois restaurantes e produção de biodiesel. Os resultados apontaram que a maior parte dos entrevistados dá destino inadequado ao OGR. Também se percebeu que quanto maior o nível de escolaridade, maior é o esclarecimento sobre a problemática ambiental e maior a disponibilidade para a instalação de programas de coleta de OGR mediante algum incentivo. Quanto ao biodiesel produzido em escala piloto, a partir do OGR de restaurantes, empregando  $\text{CH}_3\text{ONa}$  como catalisador, foram alcançados 96,6% de conversão e os parâmetros analisados atendem às exigências da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

**Palavras-chave:** biodiesel, OGR, percepção ambiental, material polar total.

**ABSTRACT.** Residual fatty and oil production in Arroio do Tigre town, Rio Grande do Sul State, aiming biodiesel production. The present work had as its goals to recognize the production condition of waste oils and fats in the urban area of small towns in order to define actions that will reduce the environmental impact of this activity in public places and homes. The city where the study was accomplished was Arroio do Tigre (Rio Grande do Sul – Brazil), which has 5511 inhabitants. We used a sample of the population that was divided into two groups: houses and establishments that produce food for frying process. The survey aimed to gather the population's attitudes and perceptions about the waste oils and fats. We also analyzed the frying oil from two restaurants and produced biodiesel. The results showed that most of the interviewed people give an inadequate destiny to the waste oils and fats. It is also noticed that the higher the education level, the greater clarification of the environmental issues and greater availability for the installation of collection programs for waste oil and fats through some encouragement. In relation to biodiesel produced in pilote scale from restaurant waste oil with  $\text{CH}_3\text{ONa}$  catalyst was obtained 96.6% of conversion and the quality parameters were as National Petroleum Agency (ANP).

**Keywords:** biodiesel, waste oils and fats, environmental perception, total polar material.

## Introdução

Pelo uso de óleos comestíveis nas indústrias, residências e estabelecimentos comerciais do mundo inteiro, há aumento de óleos e graxas residuais (OGR) em condições inadequadas no meio ambiente. Com uma aparência inofensiva e por falta

de conhecimento da população, estes resíduos não possuem uma destinação programada e acabam sendo descartados de forma incorreta. Esta inadequada deposição leva à contaminação de corpos d'água e se transforma também em prejuízo econômico pelo fato de causar o entupimento de canos e sistemas de esgoto (PHAN; PHAN, 2008).

Além disso, para retirar o óleo e desentupir os sistemas de esgoto e demais sistemas afetados pelo acúmulo de óleo, são empregados produtos altamente tóxicos, o que acaba criando problemas mais graves em relação à contaminação ambiental. Os OGRs, por serem menos denso que a água, ficam na superfície, formando uma barreira que dificulta a entrada da luz, comprometendo a biota (ALBERICE; PONTES, 2004). Assim, o OGR pode em uma atitude mais controlada acabar sendo disposto em aterros sanitários ou em casos mais alarmantes ser despejado diretamente em pias e vasos sanitários e indiretamente em rios e riachos.

Historicamente, o descarte de OGR é negligenciado. As consequências deste descarte são similares ao que acontece na fauna e na flora aquática, quando ocorre descarte de óleo mineral cru. Na fauna e flora aquática pode haver interferência na biodiversidade local e assim, a proliferação de algumas espécies e redução de outras.

Além disso, os ácidos graxos provenientes de óleos e gorduras podem influenciar no pH do meio e aumentar a carga orgânica e também ser responsável por interação com metais como Ca/Mg. Estes sais formados têm potencialidade de interagir com microrganismos aeróbios ou anaeróbicos como, por exemplo, a razão  $(Ca+Mg)/Na$  é substancialmente mais elevada em lamas anaeróbicas digeridas do que em águas tratadas ou não-tratadas, o que pode ser desequilibrado pela presença de óleos e gorduras no meio aquático (CASADO et al., 1998).

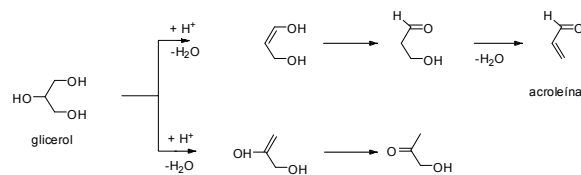
Na literatura (BUCAS; SALIOT, 2002; McKELVEY et al., 1980), um derramamento de óleo vegetal é comparado com derramamento de petróleo e é muitas vezes mais grave porque é incolor e com odor suave, não sendo percebido, principalmente, pelos pássaros, com perda de capacidade de isolamento de penas; de mobilidade e de fluatibilidade. Além disso, mesmo em pequena quantidade, as propriedades laxantes dos óleos podem levar a lesões intestinais.

Muitos autores, como Kraemer et al. (2010), preocupam-se com a produção de óleos em centros urbanos onde contém grandes restaurantes e muitas lancherias, nos quais o volume de óleo coletado por semana pode ser em média 90 L, no entanto a população em geral, inclusive de pequenas localidades precisam de uma alternativa para o descarte do pequeno volume que gera.

Uma alternativa para o destino de OGR é o seu uso direto como combustível. Neste caso, as emissões atmosféricas geradas neste processo de queima são mais agressivas ao meio ambiente que quando este óleo é transformado em biodiesel. A

emissão contém acroleína, composto derivado da desidratação do glicerol apresentada na Figura 1 (CORMA et al., 2008; SUPRUN et al., 2009). Este glicerol é residual e formado na queima de óleos vegetais e derivados (GRABOSKI; McCORMICK, 1998; LAPUERTA et al., 2008). Resultados apresentados por Seaman et al. (2009) indicam que a produção de acroleína já é um problema quando se realizam processos de fritura nas residências, momento em que a emissão deste composto carbonílico pode chegar a uma faixa de 26,4 a 64,5  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Nesta faixa de concentração de acroleína excedem os limites de exposição crônica e muitas vezes de exposição aguda, identificada por intoxicação pulmonar e exacerbação da asma em crianças.

Segundo Watanabe et al. (2007), que avaliou a produção de acroleína, a partir do glicerol em sistema de compressão em temperaturas de aproximadamente 500°C, há uma conversão de 90% do glicerol em acroleína. Desta forma, o uso de OGR como combustível sem a transformação em ésteres não é aconselhada, uma vez que as emissões de acroleína são maiores.



**Figura 1.** Mecanismo de formação da acroleína, a partir do glicerol formado em processos de combustão.

A produção de biodiesel, a partir de OGR, permite reutilizar e reduzir em 88% o volume destes resíduos e diminuir as emissões em 54% para hidrocarbonetos, 46% para  $\text{CO}_2$  e 14,7 para  $\text{NO}_x$  em comparação ao diesel convencional (CANAKCI, 2007; UTLU; KOÇAK, 2008).

Fornecer uma destinação correta a estes resíduos é uma necessidade cada vez mais pungente e da qual não há mais como a sociedade se esquivar. A reciclagem que busca a produção de biocombustíveis vem se mostrando cada vez mais necessária e vantajosa, uma vez que se associa a esta ação à necessidade de uso de fontes renováveis de energia.

Os municípios da região Centro-Serra e do Vale do Rio Pardo, Estado do Rio Grande do Sul, se enquadram neste contexto da inadequada destinação do OGR. Em especial, tem-se o município de Arroio do Tigre, onde houve interesse da comunidade para que fosse avaliada a possibilidade de inserção de uma campanha de coleta seletiva de OGR. Neste pequeno município, até o momento da

coleta de informações para esta pesquisa não havia sido realizada campanha ou pesquisa relacionada ao volume de OGR produzido. Assim sendo, este estudo se justifica por fornecer dados para futuras estratégias de gerenciamento desta questão.

Este trabalho teve dois principais objetivos. Um deles foi estimar o volume de óleo de fritura usado na zona urbana e avaliar a percepção ambiental dos habitantes do município de Arroio do Tigre para, conseqüentemente, analisar a possibilidade do mesmo ser reaproveitado como biocombustível, e assim fornecer um diagnóstico da situação destes resíduos no município. Com base neste diagnóstico, futuros projetos poderão ser instalados para a correta destinação de OGR visando à produção de bioenergia em um equipamento compacto como o que foi construído na Universidade de Santa Cruz do Sul - Unisc.

O outro objetivo foi avaliar o processo de fritura de restaurantes de municípios como Arroio do Tigre, identificando a qualidade do óleo que é usado e descartado, bem como, a potencialidade de uso do mesmo para a produção de biodiesel em um equipamento compacto como o que foi desenvolvido na Unisc.

## Material e métodos

### Área de estudo

O município de Arroio do Tigre está localizado na Encosta Inferior do Nordeste na Macrorregião dos Vales, Região do Vale do Rio Pardo e Microrregião Centro Serra, também conhecida como microrregião fumicultora de Santa Cruz do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo uma área de  $318 < 52 \text{ km}^2$  e está situada a 425 m de altitude média, entre as coordenadas  $53^\circ 05'11.76'' \text{ O}$  e  $29^\circ 20'16.69'' \text{ S}$ . Como este município é distante em 93 km da Universidade de Santa Cruz do Sul, que tem equipamentos para análise de óleo e produção de biodiesel, o estudo de aproveitamento do óleo de restaurantes não foi feito em Arroio do Tigre, mas em Santa Cruz do Sul viabilizando a logística de análise diária. Para isto, foram selecionados dois restaurantes com capacidade de produção de refeições similares a dos restaurantes de Arroio do Tigre.

### Levantamento de dados

O levantamento de dados foi realizado em residências e estabelecimentos que utilizam óleo vegetal para a produção de alimentos fritos. O método de amostragem foi definido conforme Castellanelli (2008). Foi empregado método exploratório, e a população foi dividida como: 1) os

habitantes em suas residências, que corresponde a 1.900 residências e 2) estabelecimentos que comercializam alimentos que passaram por processo de fritura (restaurantes, lanchonetes e padarias) que corresponde a 67 unidades.

Com base no mesmo tratamento estatístico realizado por Castellanelli (2008), obteve-se uma amostra mínima  $n = 92$  questionários a serem aplicados para a população de Arroio do Tigre, com erro amostral de 5% de significância, e conforme tamanho da população e da amostra, o questionário foi aplicado a cada 20 residências, até se alcançar número necessário.

A pesquisa realizada com os estabelecimentos que produzem OGR foi conduzida em todos os estabelecimentos registrados na Prefeitura Municipal. O questionário foi composto de dez questões diretas envolvendo o conhecimento de cada entrevistado, em residências ou estabelecimentos comerciais, sobre uso e descarte do óleo de fritura, dados de formação de ensino, número de moradores na residência, forma de descarte realizado, interesse em contribuir para uma campanha de coleta e volume de óleo gerado.

### Qualidade do óleo de fritura utilizado e descartado nos restaurantes

Inicialmente, foram verificadas todas as etapas de produção de alimentos em dois restaurantes de Santa Cruz do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, que apresentam capacidade de refeições semelhantes as dos restaurantes de municípios como Arroio do Tigre, Estado do Rio Grande do Sul, desde a recepção da matéria-prima, produção do alimento e deposição de resíduos para verificar como seria analisado o óleo residual. Identificaram-se fases no processo de confecção de alimentos com maior consumo de matéria-prima e geração de resíduos, relacionados à produção de óleos e gorduras residuais. A partir disso, foi realizado o monitoramento do OGR para sugerir melhorias nos processos, e a reutilização deste resíduo graxo para a produção de biocombustíveis (CANAKCI, 2007; MACEIRAS et al., 2009; PREDOJEVIĆ, 2008).

O monitoramento do óleo empregado no processo de fritura foi realizado por 18 dias consecutivos, quando foi determinado o teor de material polar total (MPT), presente no óleo em uso, com um equipamento portátil Testo 256, duas vezes ao dia. Paralelamente, foi realizada entrevista com os funcionários para conhecer o procedimento empregado no processo de fritura em cada estabelecimento.

Durante o mesmo período foram recolhidas amostras do óleo residual e analisadas quanto ao

índice de iodo (II), índice de acidez (IA) e índice de peróxido (IP). As análises químicas foram realizadas conforme procedimentos recomendados pela *American Oil Chemists' Society* (AOCS), pelos métodos Cd -63 (II), Cd 8-53 (IA), Cd 1-92 (IP). O grau de umidade do óleo foi determinado pelo método Karl Fischer.

### Produção de biodiesel

O biodiesel do OGR, coletado nos restaurantes, foi produzido na Planta-Piloto da Universidade de Santa Cruz do Sul-Unisc, conforme procedimentos otimizados anteriormente em escala laboratorial (SCHNEIDER et al., 2009). Primeiramente, o OGR foi filtrado e analisado quanto ao teor de água e acidez e depois da transesterificação, o biodiesel foi encaminhado para análise em laboratório credenciado pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Para produção de biodiesel a partir de 50 L do OGR filtrado realizou-se a seguinte sequência de procedimentos:

1- dissolução do catalisador no metanol. Foram testados dois catalisadores básicos KOH e  $\text{CH}_3\text{ONa}$  30%, ambos anteriormente utilizados em escala laboratorial com OGR, selecionados em função do custo(KOH) e empregado em nível industrial ( $\text{CH}_3\text{ONa}$ );

2- aquecimento do óleo a 65°C sob agitação;

3- adição da solução metanólica no reator;

4- decantação e separação da glicerina;

5- evaporação do metanol remanescente no biodiesel;

6- lavagem ácida do biodiesel;

7- secagem do biodiesel com sílica;

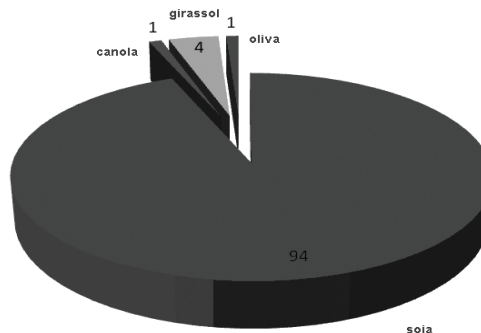
8- armazenagem do biodiesel em tanque-pulmão.

Para a reação, foram utilizados 0,5% de catalisador em relação ao óleo e proporção de 1:5 de óleo-metanol.

### Resultados e discussão

#### Produção de OGR nas residências

Nas 92 residências visitadas, todos os entrevistados utilizam algum tipo de óleo para fritura de alimentos. Com relação ao tipo de óleo utilizado nas residências, 94% destas consomem óleo de soja como pode ser observado na Figura 2. O principal fator apontado pelos entrevistados para justificar esta preferência foi a maior oferta e, consequentemente, o melhor preço, da mesma forma que se observa no mercado internacional de óleos (HYBERG et al., 1996; PERI; BALDI, 2010). As demais famílias atribuíram o uso dos outros óleos na alimentação aos benefícios atribuídos a eles com relação a melhorias na saúde.



**Figura 2.** Tipos de óleos utilizados nas residências.

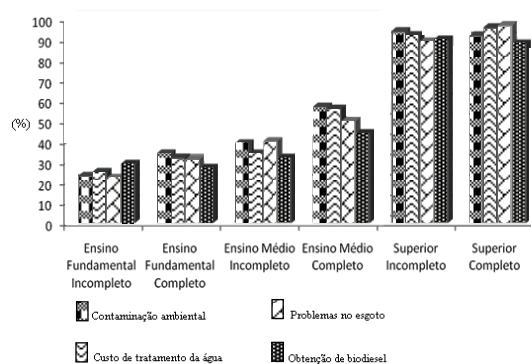
Para a destinação dada nas residências ao óleo residual, apresenta-se uma situação bastante preocupante pois, 62% do óleo de fritura residual é simplesmente despejado em pias e vasos sanitários. Como o município não possui tratamento de esgoto urbano, este óleo acaba contaminando os recursos hídricos.

A destinação mais correta está ocorrendo em lares que armazenam o óleo residual em recipientes e o incorporam aos demais resíduos domiciliares, desta forma este óleo é enviado para um aterro sanitário autorizado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) no município de Minas do Leão, Estado do Rio Grande do Sul. As residências que doam o óleo para as escolas também fazem um boa destinação deste resíduo, pois segundo informações da Secretaria Municipal de Educação, as escolas participam de dois projetos para aproveitamento do óleo. No primeiro, o óleo é utilizado na fabricação de sabão e no segundo projeto, que ainda se encontra em fase de implantação, a coleta do óleo é realizada por alunos e é armazenado nas escolas. Posteriormente, a Associação dos Fumicultores do Brasil (Afubra), localizada em Santa Cruz do Sul, coleta para transformá-lo em biodiesel. O restante do óleo doado é utilizado na fabricação de ração ou para sabão caseiro.

No que se refere à percepção ambiental, observa-se que praticamente metade da população amostrada desconhece os problemas correlacionados ao descarte do OGR no ambiente. Este fato explica a razão do grande percentual de entrevistados que depositam o óleo diretamente no sistema de esgotamento das residências. Das famílias entrevistadas, 45% não sabem que o óleo pode ser prejudicial causando problemas de entupimento e 48% dos entrevistados desconheciam que o OGR pode ser transformado em biocombustível. Conforme a Figura 3, quando comparados os resultados dos entrevistados com o seu nível de escolaridade, observou-se significativa diferença

entre os níveis de escolaridade. As pessoas que possuem nível superior de conhecimento demonstraram reconhecer problemas que podem ser causados pela má destinação OGR e alternativas para sua reutilização.

Nos questionamentos sobre a possibilidade de participar de uma coleta do óleo de fritura, os entrevistados demonstraram grande mobilização e interesse em participar, pois, 100% participariam de uma coleta permanente, de forma gratuita. Isto mostra que apesar do baixo conhecimento, quando incentivada, a população colabora com programas para diminuir impactos ambientais, e para isso é necessária a organização das ações.



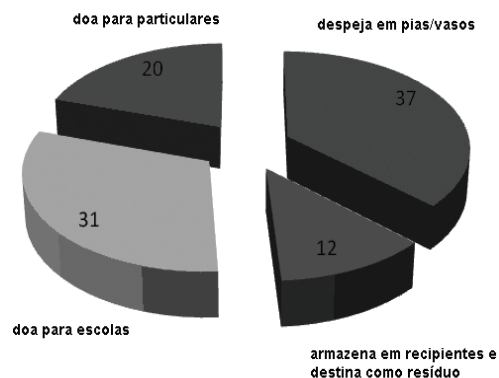
**Figura 3.** Nível de escolaridade dos entrevistados que apresentaram conhecimento sobre os problemas ambientais do OGR e sobre a alternativa de produção de biodiesel.

#### Produção de OGR nos estabelecimentos

Foram visitadas todas as empresas que utilizam óleo para frituras, num total de 67 visitas, destas, oito não responderam a entrevista. Os resultados encontrados (Figura 4) são preocupantes, uma vez que 37% dos empresários declararam que não realizam a correta destinação do óleo de fritura residual. Um aspecto positivo é a doação para as escolas; este óleo é destinado aos projetos já citados anteriormente. Os demais estabelecimentos ou destinam o óleo junto ao lixo doméstico, ou doam para clientes que fabricam sabão caseiro.

Conforme a resposta dos entrevistados para as questões referentes aos problemas causados pela inadequada destinação dos OGR, observou-se que os empresários estão cientes da problemática em torno da questão, 62% dos entrevistados possuem conhecimento da contaminação do OGR. Destes, 70% sabia que o óleo de fritura encarece os custos com tratamento de água, 54% dos entrevistados sabiam que ocorre deposição nas tubulações e 65% reconhecem a produção de biodiesel como uma alternativa para reuso do OGR, e esta percepção

aumenta em função do nível de escolaridade, da mesma forma que ocorreu nas residências.



**Figura 4.** Destinação do OGR produzido nos estabelecimentos entrevistados em Arroio do Tigre, Estado do Rio Grande do Sul.

Para que futuramente se concretizem programas permanentes de coleta de OGR e produção de biodiesel em pequenos municípios de forma isolada ou regionalizada, é importante conscientizar os empresários sobre os ganhos ambientais e sociais, uma vez que a doação desta matéria-prima viabiliza o custo de produção de biodiesel por transesterificação, em equipamentos, conforme o que foi utilizado nesta pesquisa (KAERCHER, 2009). Com relação a isso, todos os entrevistados apoiaram a ideia de participar de uma coleta permanente e apenas 10% não concordaram em doar o óleo gratuitamente. De qualquer forma, empresários forneceriam o OGR mediante algum tipo de incentivo.

#### Volume mensal de OGR produzido

Com relação ao volume de OGR gerado em um município pequeno como Arroio do Tigre, nas residências foi encontrado um volume de 0,26 L por pessoa por mês, para isso, foi feita a média entre o volume gerado de óleo usado e o número de pessoas por residência. O total produzido nas residências foi de 1.433 L, quando multiplicado o volume médio produzido por pessoa, pelo total da população da área estudada, que é de 5.511 habitantes. Nas empresas foi calculada a média de 97 L por estabelecimento, este valor varia de acordo com o porte do local e do número de pessoas que o frequentam e o volume total das empresas foi de 5.723 L. Somando-se o total de óleo de fritura usado produzido nas residências com o das empresas, a área urbana de Arroio do Tigre produz 7.156 L por mês de OGR. Esta é uma situação menos alarmante que a encontrada em países europeus, nos quais foi

estimado que por habitante são gerados 5 kg de óleo de fritura residual por semana (PEIR et al., 2008).

Assim, em um mês, um município pequeno poderá produzir aproximadamente 400 L diários de biodiesel que podem ser utilizado nas maquinárias da prefeitura. Cabe salientar que o custo de produção por litro levará a um valor próximo ao litro do diesel, como mostra a Tabela 1, no entanto, os benefícios ambientais serão muito maiores.

**Tabela 1.** Custo de Produção do biodiesel de OGR na planta de produção de biodiesel da Universidade de Santa Cruz do Sul.

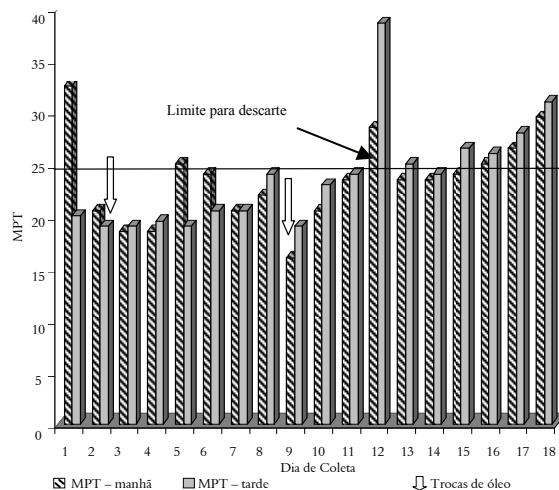
Ítems	Qt.	Valor Unit. (R\$)	Valor Total (R\$)
Volume Óleo (L)	40,00	29,60	
Volume de CH <sub>3</sub> ONa (L)	0,80	8,64	
Volume Metanol (L)	5,90	16,82	
Consumo Energia (kWh)	3,20	1,28	61,63
Consumo de H <sub>2</sub> O (L)	50,00	0,15	
Volume de Biodiesel (L)	36,00	-	
Ácido p/ Lavagem (L)	0,25	5,15	
Custo do Biodiesel sem M. Obra (R\$ L <sup>-1</sup> ) 1,71			

### Qualidade do óleo produzido

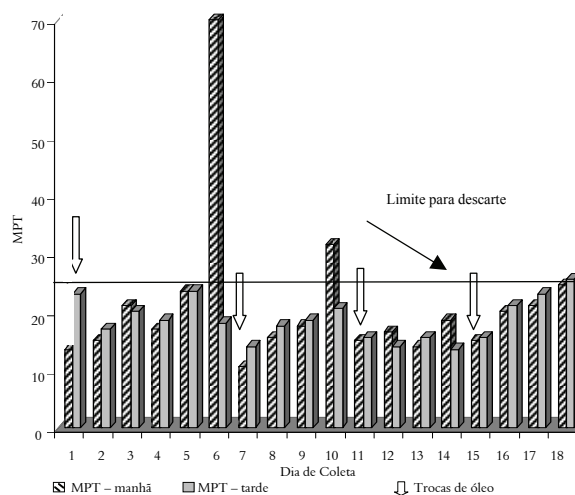
Além da necessidade de conscientização da comunidade com relação ao destino dos óleos e gorduras residuais, o processo de fritura nos estabelecimentos deve ser adequado para que o OGR não exija muitos processos de purificação para ser utilizado para produção de biodiesel para autoconsumo na comunidade. Nestes restaurantes, identificados como A e B, são produzidos aproximadamente, 507 e 486 refeições por dia, o que representa boa condição para avaliar a qualidade do óleo de fritura, uma vez que a quantidade de alimentos fritos em um dia pode levar à saturação do óleo, quando reusado.

Nos dois restaurantes, o processo de fritura de alimentos foi realizado com óleo de soja em fritadeira elétrica de aço inoxidável, com capacidade total de 20 L em temperatura entre 160 a 190°C. Semanalmente, após o processo de fritura, o óleo foi descartado pelos funcionários dos restaurantes, obedecendo as características de degradação (cor e odor), sendo armazenado em bombonas plásticas para posterior recolhimento, por um agricultor da região e para a produção do biodiesel na Universidade.

Durante o período de análise diária do óleo, os proprietários do restaurante não receberam qualquer informação sobre os valores que estavam sendo encontrados de MPT, para evitar que os mesmos descartassem o óleo de forma diferente ao que praticavam no dia-a-dia. O MPT dos óleos usados dos restaurantes amostrados está nas Figuras 5 e 6.



**Figura 5.** Material polar total do OGR do restaurante A.



**Figura 6.** Material polar total do OGR do restaurante B.

Observou-se que alguns dias, o óleo apresentava alta polaridade, e algumas amostras passaram do limite em que deveriam ter sido descartadas. Amostras que apresentaram menor teor de polares foram resultado de trocas de óleo ou renovação parcial do óleo contido na fritadeira, e assim apresentaram-se com melhor qualidade para a fritura de alimentos. Destaca-se, no entanto, que quando foi completado o volume de óleo com óleo novo, os compostos polares inicialmente existentes permaneceram no meio e apenas foram diluídos e, com os sucessivos aquecimentos as moléculas puderam sofrer maiores transformações o que pode interferir no consumo humano dos alimentos e na aplicação pós-consumo (PINTO et al., 2003).

Isto se deve ao fato de que o óleo utilizado no processo de fritura que contém elevadas quantidades de ácidos graxos livres e materiais polares apresentou maior custo para a sua reutilização, principalmente quando é destinada a produção de biodiesel, pois

estes ácidos reagem rapidamente com o catalisador para a produção de sabões alcalinos que inibem a separação do éster e a glicerina (DORADO et al., 2004; RAMADHAS et al., 2005).

Observou-se também que o óleo de fritura de alimentos farináceos tem quantidade maior de resíduos sólidos e com isso é necessária uma etapa de purificação (filtração) para o seu aproveitamento na produção de biodiesel. Assim, outro aspecto relevante foi o tipo de alimento produzido nos restaurantes, nos dias em que houve a preparação de produtos cárneos, o valor de MPT foi mais elevado, chegando a 45%. Assim, a não-renovação do óleo na fritadeira e o tipo de alimento produzido, como carnes e farináceos, levam a maior MPT e mais resíduos sólidos visíveis no óleo. Observou-se também que além dos materiais polares totais mais elevados no óleo do Restaurante A, também se observou que a temperatura utilizada nas fritadeiras passaram de 180°C.

Temperaturas elevadas, superiores a 180°C, têm papel importante na formação de subprodutos lipídicos, assim como monômeros cíclicos e isômeros geométricos dos ácidos graxos. Este é um ponto crítico não somente para a quantificação de produtos formados, mas também para a utilização e reutilização destes óleos (BRETILLON et al., 1998).

As amostras de OGR coletas que apresentaram material polar próximo a 25% da escala do equipamento Testo 256 e analisadas em laboratório apresentaram índice de acidez de 0,11 mg KOH g<sup>-1</sup> de óleo, 0,15% de umidade, 129 gI<sub>2</sub> por 100 g de óleo e 25 mmol de peróxido por kg óleo. Estes resultados indicam que o problema do OGR realmente está relacionado à presença de resíduos e à oxidação. Pelo alto índice de peróxido e baixo índice de iodo identifica-se que as insaturações dos triacilgliceróis foram oxidadas, no entanto, por estas amostras terem sido analisadas logo após o descarte, o índice de acidez foi baixo, o que colabora para a realização da transesterificação. Conforme Peng et al. (2008), os valores de acidez com óleos residuais chegaram de 37,5 a 170 mg KOH g<sup>-1</sup> o que indica maior grau de degradação. Neste caso, estes autores empregaram catálise ácida para a produção de biodiesel, para desta forma, realizar a esterificação destes ácidos graxos livres, presentes em abundância nesta matéria-prima. Assim, há a necessidade de mais álcool, maior temperatura e maior proporção de catalisador para a conversão em biodiesel.

Os métodos de índice de peróxido e índice de acidez são indicados para avaliar a qualidade de óleos puros e para óleos de fritura, no entanto, a determinação de material polar total é mais

recomendada, em função da complexidade dos produtos formados na realização da fritura (JORGE; JANIERI, 2005).

A legislação brasileira dispõe apenas de parâmetros para definir as características de identidade e qualidade dos óleos vegetais refinados crus, por meio da Resolução nº 270 da Anvisa (BRASIL, 2005) e a Resolução nº 49 do MAPA (BRASIL, 2006). Assim, considerou-se a inexistência de legislação específica para limitar o reuso de óleos de fritura. Para orientar o descarte nos restaurantes, a partir deste trabalho realizado, levou-se em conta o Informe Técnico nº 11 da Anvisa (BRASIL, 2004) que dispõe sobre a utilização e descarte de óleos e gorduras utilizados para fritura, observando que a quantidade de ácidos graxos livres não seja superior a 0,9% e o teor de compostos polares não seja maior que 25%. Para isso, os estabelecimentos que produzem alimentos fritos deveriam ter um equipamento destinado para esta análise ou ter o hábito de realizar mais trocas de óleo das fritadeiras durante a semana, além de ter fritadeiras que controlam adequadamente a temperatura de aquecimento, o que traria benefícios com relação ao consumo de energia.

Observando os padrões supracitados, verifica-se que o óleo utilizado pelos restaurantes em vários momentos deveria ter sido descartado, pois compromete a qualidade dos alimentos. Considerando-se que os peróxidos são tóxicos, deve-se atentar para sua concentração, a fim de escolher o momento de descarte dos óleos de fritura. Com isso, espera-se obter melhor controle do processo de fritura e, conseqüentemente, o fornecimento de alimentos com melhor qualidade à sociedade.

Os dados analisados apesar de apresentarem índices acima do permitido para descarte ainda colaboram para o uso deste óleo para produção de biodiesel, uma vez que a acidez e a umidade baixa são parâmetros importantes na reação de transesterificação.

A produção de alimentos por processos de fritura nos restaurantes estudados é diária, portanto um planejamento adequado pode permitir que o restaurante possa produzir alimento mais saudável e com menor impacto ambiental. O descarte do óleo nos restaurantes, conforme observado, não é realizado de forma planejada. É necessário que o alimento seja saudável e o óleo residual (pós-consumo) possa ter fins mais nobres, o que depende diretamente da escolha do alimento a ser produzido, da temperatura de fritura e conseqüentemente do teor de polares totais e materiais sólidos residuais. Assim, estrategicamente o óleo de fritura deve ser monitorado para que seja reusado na fritura e posteriormente descartado corretamente.



### Produção de biodiesel a partir do OGR

As características de qualidade do biodiesel, obtido a partir do OGR coletado nos dois restaurantes (A e B), estão relatadas na Tabela 2, onde os parâmetros foram comparados com a especificação da Resolução da ANP nº 7 (BRASIL, 2008).

As análises apresentaram inconformidade com a Resolução da ANP nos seguintes ensaios: Corrosividade ao Cobre (3h a 50°C) 3a, Estabilidade a Oxidação 0,7h, Teor de Éster (% massa) 86,2, Glicerina Total (% massa) 1,01, Índice de peróxido 25 mmol kg<sup>-1</sup>, indicando que a produção de biodiesel a partir do óleo de fritura, empregando KOH e metanol exige algumas modificações, para aumentar principalmente a conversão. Estes resultados foram melhorados com o emprego de um catalisador de alta eficiência (CH<sub>3</sub>ONa), alcançando 96,6% em ésteres no produto final, o que levou também à redução da glicerina total presente no biodiesel para valores abaixo do máximo recomendado pela ANP. Já os parâmetros relacionados com a estabilidade oxidativa e corrosividade ao cobre não melhoraram.

**Tabela 2.** Especificação do biodiesel produzido a partir de óleo de fritura coletado no restaurante A.

Ensaios	KOH	CH <sub>3</sub> ONa	Especificação
Densidade a 20°C; kg m <sup>-3</sup>	885,5	-	850-900
Ponto de entupimento de filtro a frio; °C	-11	-	19 (máx)
Estabilidade a Oxidação a 110°C; h	0,7	0,8	6 (mín)
Corrosividade ao cobre; 3h a 50°C	3a	3a	1 (máx)
Viscosidade cinemática a 40°C; mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	5,24	4,90	3,0-6,0
Teor de Álcool - Metanol; % massa	0,09	0,07	0,20 (máx)
Teor de Éster; % massa	86,2	96,6	96,5 (mín)
Microresíduo de carbono; % massa	0,04	0,04	0,05 (máx)
Ponto de fulgor; °C	164,5	-	100 (mín)
Glicerina Livre; % massa	0,00	0,00	0,02 (máx)
Glicerina Total; % massa	1,01	0,20	0,25 (máx)
Monoacilgliceróis; % massa	0,57	-	Anotar
Diacilgliceróis; % massa	0,68	-	Anotar
Triacilgliceróis; % massa	7,42	-	Anotar
Índice de acidez; mg KOH g <sup>-1</sup>	0,11	0,1	0,50 (máx)
Índice de peróxido; mmol kg <sup>-1</sup>	25	26	10 (máx)

Destaca-se também que parâmetros importantes como viscosidade, densidade, ponto de fulgor, teor de álcool e outros, para que o biodiesel possa ser um substituto ao diesel, estão dentro das especificações.

### Conclusão

Os óleos usados apresentaram alto MPT, algumas amostras passaram do limite em que deveriam ter sido descartadas e a população demonstra interesse em contribuir para a redução deste resíduo. O biodiesel produzido apresentou inconformidades, no entanto, havendo etapa de purificação do óleo de fritura e maior

conscientização dos empresários, é possível produzir um biodiesel de qualidade e, assim, concretizar um projeto de coleta e produção de biodiesel em municípios de pequeno porte, como Arroio do Tigre. Pequenos municípios podem centralizar o serviço, usar este biodiesel em suas maquinarias e amenizar os impactos do óleo de fritura ao meio ambiente.

### Agradecimentos

À Finep e Fapergs, pelo auxílio financeiro para construção da planta de biodiesel, ao Programa de Bolsa ITI – CNPq, ao Programa FAP - Unisc e ao Programa PUIC – Unisc.

### Referências

- ALBERICE, R. M.; PONTES, F. F. F. Reciclagem de óleo comestível usado através da fabricação de sabão. **Engenharia Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 73-76, 2004.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Informe técnico n. 11**, de 5 de outubro de 2004. Óleos e gorduras utilizados em frituras. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes>>. Acesso em: 13 dez. 2008.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada n. 270**, de 22 de setembro de 2005. Dispõem sobre o regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 13 dez. 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 49**, de 22 de dezembro de 2006. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Óleos Vegetais Refinados. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2008.
- BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução n. 18/2007**. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/petro/legis\\_biodiesel.asp](http://www.anp.gov.br/petro/legis_biodiesel.asp)>. Acesso em: 16 dez. 2008.
- BRETILLON, L.; CHARDIGNY, J. M.; NOEL, J. P.; SEBEDIO, J. L. Desaturation and chain elongation of mono-trans isomers of linoleic and α-linolenic acids in perfused rat liver. **Journal of Lipid Research**, v. 39, n. 11, p. 2228-2236, 1998.
- BUCAS, G.; SALIOT, A. Sea transport of animal and vegetable oils and its environmental consequences. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, n. 12, p. 1388-1396, 2002.
- CANAKCI, M. The potential of restaurant waste lipids as biodiesel feedstocks. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 1, p. 183-190, 2007.
- CASADO A. G.; HERNÁNDEZ, E. J. A.; VILCHEZ, J. L. Determination of fatty acids (C<sub>8</sub>-C<sub>22</sub>) in urban wastewater by GC-MS. **Water Research**, v. 32, n. 10, p. 3168-3172, 1998.

- CASTELLANELLI, C. A. **Estudo da viabilidade da produção de biodiesel, obtido através do óleo de fritura usado**. 2008. 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- CORMA, A.; HUBER, G. W.; SAUVANAUD, L.; O'CONNOR, P. Biomass to chemicals: catalytic conversion of glycerol/water mixtures into acrolein, reaction network. **Journal of Catalysis**, v. 257, n. 1, p. 163-171, 2008.
- DORADO, P. M.; BALLESTEROS, E.; MITTELBAACH, M.; LÓPEZ, J. F. Kinetic parameters affecting the Alkali-Catalyzed transesterification process of used olive oil. **Energy and Fuels**, v. 18, n. 5, p. 1457-1462, 2004.
- GRABOSKI, M. S.; McCORMICK, R. L. Combustion of fat and vegetable oil derived fuels in diesel engines. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 24, n. 125, p. 164, 1998.
- HYBERG, B.; URI, N. D.; OLIVEIRA, V. The quality characteristics of Japanese soybean imports. **Japan and the World Economy**, v. 8, n. 1, p. 81-98, 1996.
- JORGE, N.; JANIERI, C. Avaliação do óleo de soja submetido ao processo de fritura de alimentos diversos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1-7, 2005.
- KAERCHER, J. A. **Produção de biodiesel em escala piloto e avaliação dos impactos ambientais**. 2009. 68f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental)-Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2009.
- KRAEMER, V.; ARAUJO, W. S.; HAMACHER, S.; SCAVARDA, L. F. Economic assessment of biodiesel production from waste frying oils. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 12, p. 4415-4422, 2010.
- LAPUERTA, M.; ARMAS, O.; JOSÉ, J. R. Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 34, n. 2, p. 198-223, 2008.
- MACEIRAS, R.; VEGA, M.; COSTA, C.; RAMOS, P.; MÁRQUEZ, M. C. Effect of methanol content on enzymatic production of biodiesel from waste frying oil. **Fuel**, v. 88, n. 11, p. 2130-2134, 2009.
- McKELVEY, R. W.; ROBERTSON, I.; WHITEHEAD, P. E. Effect of non-petroleum oil spills on wintering birds near Vancouver. **Marine Pollution Bulletin**, v. 11, n. 6, p. 169-171, 1980.
- PEIR, L. T.; MENDEZ, G. V.; DURANY, X. G. Exergy analysis of integrated waste management in the recovery and recycling of used cooking oils. **Environmental Science and Technology**, v. 42, n. 13, p. 4977-4981, 2008.
- PENG, B. X.; SHU, Q.; WANG, J. F.; WANG, G. R.; WANG, D. Z.; HAN, M. H. Biodiesel production from waste oil feedstocks by solid acid catalysis. **Process Safety and Environment Protection**, v. 86, n. 6, p. 441-447, 2008.
- PERI, M.; BALDI, L. Vegetable oil market and biofuel policy: an asymmetric cointegration approach. **Energy Economics**, v. 32, n. 3, p. 687-693, 2010.
- PHAN, A. N.; PHAN, T. M. Biodiesel production from waste cooking oils. **Fuel**, v. 87, n. 17-18, p. 3490-3496, 2008.
- PINTO, E. P.; BORGES, C. D.; TEIXEIRA, A. M.; ZAMBIAZI, R. Z. Características de batata frita em óleos com diferentes graus de insaturação. **Boletim do CEPPA**, v. 21, n. 2, p. 293-302, 2003.
- PREDOJEVIĆ, Z. J. The production of biodiesel from waste frying oils: a comparison of different purification steps. **Fuel**, v. 87, n. 17-18, p. 3522-3528, 2008.
- RAMADHAS, A. S.; JAYARAJ, S.; MURALEEDHARAN, C. Biodiesel production from high FFA rubber seed oil. **Fuel**, v. 84, n. 4, p. 335-340, 2005.
- SCHNEIDER, R. C. S.; MOCELLIN, R.; TRINDADE, M. M.; LARA, L. R. S.; FERRÃO, M. F. Used frying oil biodiesel production: experimental factorial design and multivariate analysis. **Tecno-lógica**, v. 13, n. 1, p. 19-24, 2009.
- SEAMAN, V. Y.; BENNETT, D. H.; CAHILL, T. M. Indoor acrolein emission and decay rates resulting from domestic cooking events. **Atmospheric Environment**, v. 43, n. 39, p. 6199-6204, 2009.
- SUPRUN, W.; LUTECKI, M.; HABER, T.; PAPP, H. Acidic catalysts for the dehydration of glycerol: activity and deactivation. **Journal of Molecular Catalysis A: Chemical**, v. 309, n. 1-2, p. 71-78, 2009.
- UTLU, Z.; KOÇAK, M. S. The effect of biodiesel fuel obtained from waste frying oil on direct injection diesel engine performance and exhaust emissions. **Renewable Energy**, v. 33, n. 8, p. 1936-1941, 2008.
- WATANABE, M.; IIDA, T.; AIZAWA, Y.; AIDA, T. M.; INOMATA, H. Acrolein synthesis from glycerol in hot-compressed water. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 6, p. 1285-1290, 2007.

Received on November 21, 2009.

Accepted on June 2, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.