



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en ANECA; DIALNET; DICE; IN-Recs; ISOC; LATINDEX y RePEc
Vol 8. N°24
Octubre 2015
www.eumed.net/rev/deilos/24

CONSCIÊNCIA E COMPORTAMENTO PRÓ-AMBIENTAL SOBRE A DESTINAÇÃO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS URBANOS: O ÓLEO DE FRITURA USADO E SEU POSSÍVEL APROVEITAMENTO PARA A FABRICAÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Carlo Alessandro Castellanelli¹
castellanelli@bol.com.br
Luise Medina Cunha²
Brasil

CONTENIDO

Resumo	2
Abstract	2
Introdução.....	3
O biodiesel.....	4
O biodiesel obtido através do óleo de fritura usado.....	5
Materiais e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Volume de Óleo Usado	11
Ações e Percepções Ambientais em Relação ao Óleo Usado	11
Empresas	11
Residências	15
Considerações Finais.....	18

¹ Universidade Federal de Santa Maria. Mestre em Engenharia de Produção. P´ro-Reitoria de Planejamento

² Universidade Federal de Santa Maria. Bacharel em Direito. Pró-Reitoria de Planejamento

RESUMO

A utilização do biodiesel tem apresentado um potencial promissor no mundo inteiro. seja pela sua enorme contribuição ao meio ambiente, com a redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental, ou como fonte estratégica de energia renovável em substituição ao óleo diesel e outros derivados do petróleo. Neste contexto surge o óleo de fritura usado como mais uma matéria-prima que pode ser transformada em biodiesel de alta qualidade, e que outrora estaria sendo desperdiçado e despejado no meio ambiente de forma incorreta. Questionários foram aplicados aos empresários e à população da cidade de Santa Maria-RS (Brasil), para que se verificassem as ações relativas à destinação deste resíduo, a percepção ambiental acerca do tema proposto, e ainda, para se determinar o volume de óleo que estaria pronto para recolha e transformação em biodiesel. Resultados apontam um cenário deficitário no que tange à destinação deste resíduo e a disseminação e conhecimento do assunto.

Palavras chave: Impactos Ambientais, Biodiesel, Óleo de fritura usado.

Awareness and pro-environmental behavior on the allocation and utilization of municipal waste: The used frying oil and its possible use for the biofuels production

ABSTRACT

The utilization of biodiesel has shown a promising potential in the whole world. for it's enormous contribution to the environment, due the qualitative and quantitative reduction's levels of environmental pollution, and as a strategic source of renewable energy to replace diesel and other oil derivatives. In this context the used frying oil takes place, as a raw material that can be processed into a high quality biodiesel, and that once was being wasted and dumped in the environment in a erroneous way. Questionnaires were applied to the establishments and to the local population concerning the actions on the final destination of this waste, as well as environmental perceptions and knowledge about the theme, and also to determine the volume of used oil that would be ready for collection and processing into biodiesel. Results show a deficit scenario regarding the disposal of this waste and the dissemination/knowledge of the subject.

Keywords: Environmental Impacts, Biofuels, Used frying oil.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a reciclagem de resíduos vem ganhando espaço cada vez maior, não simplesmente porque os resíduos representam matérias primas de baixo custo, mas, principalmente, porque os efeitos da degradação ambiental decorrente de atividades industriais e urbanas estão atingindo níveis cada vez mais alarmantes. Vários projetos de reciclagem têm sido bem sucedidos no Brasil e dentre eles destacam-se o aproveitamento de papel, plásticos, metais, óleos lubrificantes automotivos e industriais, soro de leite e bagaço de cana.

Os óleos de fritura usados em processos de fritura por imersão aparecem neste cenário como mais um destes resíduos e representam riscos de poluição ambiental e, por isso, merecem atenção especial. A maior parte destes óleos ainda prevalece sem qualquer proposta de destinação final adequada ou solução definitiva.

O uso deste resíduo como biocombustível, também se apresenta em números insipientes no Brasil, sendo que apenas algumas cidades realizam algum tipo de coleta e aproveitamento deste resíduo para fins energéticos. É latente a necessidade de uma ampla conscientização tanto da população, quanto dos empresários para que o óleo de fritura usado comece a ser aproveitado em larga escala para a fabricação de biodiesel, assim como forma de mitigação dos impactos ambientais advindos da incorreta destinação do mesmo e fator de geração de empregos.

O uso de óleos vegetais em motores de combustão interna iniciou-se com Rudolf Diesel utilizando óleo de amendoim em 1900. Razões de natureza econômica levaram ao completo abandono dos óleos vegetais como combustíveis à época. Entretanto, na década de 70, o mercado de petróleo foi marcado por dois súbitos desequilíbrios entre oferta e demandas mundiais conhecidos como 1º e 2º Choques do Petróleo. Em respostas a estas crises, o mercado sentiu a necessidade de diminuir a dependência do petróleo, levando ao investimento no desenvolvimento de tecnologia de produção e uso de fontes alternativas de energia (OLIVEIRA, 2001).

De acordo com a lógica de usar fontes alternativas de energia redutoras de poluição, capazes de gerar empregos e com custos competitivos, o biodiesel apresenta-se como candidato natural a um programa global e que também vem ganhando espaço nas discussões energéticas do Brasil. A Agência Nacional do Petróleo do Brasil definiu, através da portaria 225 de setembro de 2003, o biodiesel como o conjunto de ésteres de ácidos graxos oriundos de biomassa, que atendam às especificações determinadas para evitar danos aos motores.

Somado à produção de biodiesel a partir da plantação de oleaginosas, pode-se incluir neste cenário os resíduos urbanos, mais especificamente o óleo de fritura usado, disponível imediatamente e que pode ser transformado em biodiesel de alta qualidade. Para ser viável economicamente o biodiesel de Óleo de Fritura Usado (OFU) precisa mudar a rota atual, que inclui a produção de sabão, de massa de vidraceiro e de ração para animais, entre outros. Ainda, é necessário lembrar que apesar dos potenciais ganhos ambientais com o aproveitamento desses

óleos na produção de biodiesel, atualmente, não existe qualquer benefício tributário ou incentivo fiscal.

Realizou-se o estudo um estudo quantitativo na cidade de Santa Maria - Rio Grande do Sul, envolvendo empresas geradoras do resíduo em questão, assim como a população acerca de ações e percepções ambientais sobre este resíduo, sua correta destinação e possível reaproveitamento para a produção de biodiesel.

O município de Santa Maria, com uma população de aproximadamente 270.070 mil habitantes fixos e mais cerca de 30 mil habitantes flutuantes, localiza-se no centro do Estado do Rio Grande do Sul a 286 km da capital Porto Alegre. No sistema urbano do Rio Grande do Sul (IBGE, 2010), Santa Maria é a 5ª maior cidade do Estado em população, depois de Porto Alegre, Caxias do Sul, Pelotas e Canoas. O Município possui grande poder de atração populacional, que a transformou em importante centro regional e forte centro de polarização, sendo a maior de todas as regiões polarizadas do Rio Grande do Sul, pois nela estão polarizadas diretamente 27 centros urbanos além dos 35 municípios.

Sua economia é voltada para o comércio e a prestação de serviços. Os dados disponíveis revelam a alta importância do setor terciário para a economia da cidade, destacando-se o comércio, os militares e os serviços públicos.

No momento não existem usinas de transformação de oleaginosas em biodiesel em Santa Maria, tampouco micro-usinas de transformação do óleo de fritura usado em biodiesel, sendo assim, urge a necessidade de se viabilizar um esquema de recolha e reaproveitamento deste resíduo.

O biodiesel

O biodiesel é uma evolução na tentativa de substituição do óleo diesel por biomassa, iniciada pelo aproveitamento de óleos vegetais “in natura”. É obtido através da reação de óleos vegetais, novos ou usados, gorduras animais, com um intermediário ativo, formado pela reação de um álcool com um catalisador, processo conhecido como transesterificação.

O biodiesel passou a ser mais divulgado no Brasil através do Probiodiesel (Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico de Biodiesel), criado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. A tradição agrícola e a pesquisa voltam-se para a produção deste combustível e tem se mostrado viável pela grande extensão territorial para plantação. O principal insumo é a soja, já que o país é um dos grandes produtores mundiais do grão e, em 2003, ocupou o primeiro lugar em exportação de oleaginosas como mamona, dendê, algodão e soja. No entanto, o Brasil, país de grande biodiversidade, muito rico em oleaginosas, muitas das culturas que estão sendo destinadas à produção de biodiesel, ainda estão direcionadas principalmente a fins alimentícios. Há um grande potencial de fontes de matérias-primas de biodiesel a ser explorado, tanto em relação ao aproveitamento energético de culturas temporárias e perenes, como em relação ao

aproveitamento energético do óleo residual proveniente da alimentação, resíduos de certos processos, e ainda oleaginosas com grande potencial de aproveitamento para a produção de Biodiesel que ainda não são exploradas e amplamente conhecidas.

Sob o aspecto ambiental, o uso de biodiesel reduz significativamente as emissões de poluentes, quando comparado ao óleo diesel, podendo atingir 98% de redução de enxofre, 30% de aromáticos e 50% de material particulado e, no mínimo, 78% de gases do efeito estufa (ROSA et al, 2003).

O biodiesel obtido através do óleo de fritura usado

A produção industrial atingiu patamares mais elevados do que em toda a sua história e seus efeitos podem ser usufruídos nos produtos que consumimos e no conforto que trazem, mas também podem ser sentidos de forma negativa no descarte destes mesmos produtos no meio ambiente, poluindo o ar, águas e terras. O aumento do consumo traz consigo o aumento dos dejetos e de embalagens, resíduos que são fruto de uma mentalidade produtiva voltada para o consumo imediato, sem preocupação com as consequências para o meio ambiente ou para o futuro dos próprios consumidores.

Os óleos comestíveis, em especial aqueles utilizados nas frituras, surgem neste contexto como um resíduo gerado diariamente nos lares, indústrias e estabelecimentos do país. Devido à falta de informação da população e/ou a carência de disseminação de idéias a favor do meio ambiente, este resíduo acaba sendo despejado diretamente nas águas, como em rios e riachos ou simplesmente em pias e vasos sanitários, indo parar nos sistemas de esgoto causando danos no entupimento dos canos e o encarecimento dos processos das Estações de Tratamento, além de acarretar na poluição do meio aquático. Desta maneira, urge a necessidade de adoção de estratégias em prol de informar a população sobre os malefícios que estas atitudes provocam e a maneira correta de se dispor tal resíduo.

Os óleos alimentares usados representam uma categoria de subprodutos ou resíduos provenientes de diversas atividades, mas, na sua maior parte, derivados da atividade de fritura de alimentos. Dentre as atividades responsáveis por gerar este resíduo destaca-se nomeadamente as seguintes:

- Atividades domésticas (óleos de cozinha usados na confecção dos alimentos, como por exemplo, a fritura de batatas, salgados, etc.);
- Atividades industriais, destacando-se as de preparação e conservação de batata (fabricação de batatas fritas “em pacote”) ou outros tipos de alimentos que necessitem de óleo de fritura em grande quantidade;
- Estabelecimentos como hotéis, restaurantes e cafés, cantinas e refeitórios.

Estes óleos usados resultam essencialmente da utilização de óleos de origem vegetal (azeite, óleo de girassol, óleo de soja, óleo de canola, entre outros).

Segundo IPA (2013), o despejo de águas residuais contendo óleos alimentares usados nas linhas de água, tem como consequência a diminuição da concentração de oxigênio presente nas águas superficiais, devendo-se tal situação principalmente ao fato deste tipo de águas residuais conterem substâncias consumidoras de oxigênio (matéria orgânica biodegradável), que ao serem descarregadas nos cursos de água, além de contribuírem para um aumento considerável da carga orgânica, conduzem a curto prazo a uma degradação da qualidade do meio receptor. Além disso, a presença de óleos e gorduras nos efluentes de águas residuais provoca um ambiente desagradável com graves problemas ambientais de higiene e maus cheiros, provocando igualmente impactos negativos ao nível da fauna e flora envolventes.

Outra prática incorreta de deposição deste tipo de resíduos está associada à descarga dos mesmos para as redes públicas de esgoto e coletores municipais, as quais podem provocar grandes problemas de entupimento e obstrução dos mesmos. Outra consequência da descarga para as redes públicas de esgoto e coletores municipais resulta no seu encaminhamento para as Estações de Tratamento (quando existe esta solução, caso ainda não evidente para a totalidade do território nacional), contribuindo significativamente para o aumento dos níveis de CBO (Carência Bioquímica de Oxigênio), de CQO (Carência Química de Oxigênio) e de SST (Sólidos Suspensos Totais) nas águas residuais a tratar, dificultando o desempenho e funcionamento eficiente das Estações de Tratamento, pelo fato do aumento da concentração destes parâmetros conduzirem a um considerável consumo de energia no desempenho das mesmas, além de implicarem manutenções e limpezas mais freqüentes nos equipamentos de separação de óleos e gorduras associadas a gastos consideráveis de tempo neste tipo de operações (IPA 2013).

Além dos impactos negativos mencionados acima, existem outros entraves atualmente no Brasil, tais como a inexistência de fiscalização e cumprimento da legislação por parte dos produtores destes resíduos.

Os óleos alimentares usados lançados na rede hídrica e nos solos provocam a poluição dos mesmos. Se o produto for para a rede de esgoto, encarece o tratamento dos resíduos, e o que permanece nos rios provoca a impermeabilização dos leitos e terrenos adjacentes que contribuem para a enchente. Também provoca a obstrução dos filtros de gorduras das Estações de Tratamento, sendo um obstáculo ao seu funcionamento ótimo (FELIZARDO 2003).

É importante salientar que benefícios econômicos podem advir da reutilização do óleo de fritura usado, como a fabricação de sabão, lubrificantes e até mesmo biocombustível de alta qualidade, desta forma em conjunto com o modelo proposto neste trabalho é de suma importância que idéias inteligentes se multipliquem em nossa sociedade para um esquema que também possa gerar lucro, somado aos benefícios ambientais.

A reciclagem de um modo geral vem se mostrando nos tempos atuais cada vez mais necessária e vantajosa. Algumas empresas, no empenho de obter certificação ISO 9002 e principalmente a ISO 14000, por ser mais rigorosa na questão ambiental, precisam dar destinos adequados aos resíduos, ora por razões econômicas, ora por questões ambientais, na tentativa de

reduzir o impacto ambiental causado pelo homem. No atual ritmo de degradação ambiental, é muito provável que as próximas gerações sejam privadas de diversas espécies animais e vegetais, hoje já ameaçadas de extinção por diversas razões. Há também outros problemas que aparentam ser de difícil solução, como o aquecimento médio global do planeta, os buracos na camada de ozônio, etc.

Quercus (2012), relata que a produção de Biodiesel a partir de óleos de fritura usados permite reutilizar e reduzir em 88% o volume destes resíduos, sendo 2% matéria sólida, 10% glicerina e 88% éster com valor energético. Ou seja, recupera um resíduo que de outra forma provoca danos ao ser despejado nos esgotos. Segundo Peterson e Reese (1994), testes nas emissões mostraram uma diminuição de 54% em HC, 46% de CO₂ e 14,7 de NO_x, na utilização do biodiesel obtido através de óleos de fritura usados, em comparação ao diesel convencional.

Castellanelli et al (2007), relata um acréscimo de consumo de aproximadamente 5% no consumo na utilização de Biodiesel obtido através do óleo de fritura usado em motores diesel, porém sem prejudicar seu desempenho. Ainda, relata a redução de emissões sendo, -43% de CO₂, -37% de HC e -13,4 de NO_x.

Segundo experimentos de Costa Neto et al (2000), no caso específico da utilização do biodiesel de óleo de fritura usado em ônibus do transporte urbano de Curitiba, foi verificado que, entre 3000 e 5000 rpm, a potência efetiva e o torque do motor foram pouco inferiores aos observados com óleo diesel. Não obstante, entre 1500 e 3000 rpm, os índices obtidos para ambos foram praticamente idênticos. A maior diferença verificou-se com relação a emissão de fumaça, cuja redução média foi 41,5%, medido em escala Bosch.

A utilização de biodiesel obtido através do óleo de fritura usado no transporte rodoviário pesado oferece grandes vantagens para o meio ambiente, principalmente em grandes centros urbanos, tendo em vista que a emissão de poluentes é menor que a do óleo diesel (CHANG et al 1996). Os mesmos autores também demonstraram que as emissões de monóxido e dióxido de carbono, enxofre e material particulado foram inferiores às do diesel convencional.

De acordo com Mittlebach e Tritthart (1988), o biodiesel resultante da transesterificação de óleos de fritura apresentou características bastante semelhantes aos ésteres de óleos antes da utilização para fritura. Apesar de ser um combustível oriundo de um óleo parcialmente oxidado, suas características foram bastante próximas as do óleo diesel convencional, apresentando, inclusive boa homogeneidade obtida quando da análise da curva de destilação. Os autores realizaram testes de performance utilizando ésteres metílicos resultantes da transesterificação de óleos residuais de fritura. Os ésteres metílicos foram misturados ao diesel convencional na proporção de 1/1 e o teste realizado com 100 litros, sem que nenhuma mudança de operação dos veículos tenha sido observada. A emissão de fumaça foi extremamente menor e foi possível observar um leve cheiro de gordura queimada. O consumo do biocombustível foi praticamente o mesmo observado com a utilização do diesel convencional. O biodiesel obtido por estes dois

pesquisadores foram confrontados com um padrão de diesel convencional, o US-2D (US number 2), conforme observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades do diesel x Biodiesel de óleo de fritura usado.

PARÂMETROS	US-2D	Ésteres metílicos de óleo residual de fritura
Densidade a 15°C (Kg/m ³)	0.849	0.888
Ponto de ebulição inicial (°C)	189	307(1%)
10%	220	319
20%	234	328
50%	263	333
70%	286	335
80%	299	337
90%	317	340
Ponto de ebulição final (°C)	349	342(95%)
Aromáticos (%v/v)	31.5	--
Análises		
Carbono(%)	86.0	77.4
Hidrogênio(%)	13.4	12.0
Oxigênio(%)	0.0	11.2
Enxofre(%)	0.3	0.03
Índice de Cetano	46.1	44.6
Número de Cetano	46.2	50.8
Proporção H/C ^e	1.81	3.62
Valor Calorífico líquido(MJ/Kg)	42.30	37.50

Fonte: Mittelbach, M., Tritthart, P., (1988).

De acordo com a Tabela 1, o biodiesel obtido por estes pesquisadores, apresentou valor calorífico muito próximo ao diesel convencional de referência. Com relação à curva de destilação, as temperaturas registradas para o ponto de ebulição inicial e volumes estilados de 10 a 50% são consideravelmente superiores às verificadas para o diesel convencional de referência. As temperaturas registradas para o ponto de ebulição final foram semelhantes.

Segundo IPCC (2006), as emissões totais de Gases de Efeito Estufa no ciclo de vida do biodiesel de óleo residual são aquelas geradas na coleta do óleo usado, no consumo de energia elétrica pela planta química, acrescidas das emissões que ocorrem na sua distribuição e na sua combustão. Apesar dos excelentes resultados obtidos por diversos autores (ROSA et al., 2003), é inevitável admitir que o óleo de fritura traz consigo muitas impurezas, oriundas do próprio processo

de cocção de alimentos. Portanto, para minimizar esse problema, é sempre aconselhável proceder a uma pré-purificação e secagem dos óleos antes da reação de transesterificação.

A utilização de resíduos de óleo de soja e gordura como matéria-prima para o biodiesel tem sido bastante estudada e sua viabilidade técnica comprovada (MENDES et al., 1989; COSTA NETO 2000). Segundo estes autores, comparado ao óleo diesel derivado de petróleo, o biodiesel pode reduzir em 78% as emissões de gás carbônico, considerando-se a reabsorção pelas plantas. Além disso, reduz em 90% as emissões de fumaça e praticamente elimina as emissões de óxido de enxofre. É importante frisar que o biodiesel pode ser usado em qualquer motor de ciclo diesel, com pouca ou nenhuma necessidade de adaptação (LIMA, 2004).

Quanto à rota utilizada, a produção de éster etílico é um pouco mais complexa, exigindo maior número de etapas e de uso de centrífugas específicas e otimizadas para uma boa separação da glicerina dos ésteres. Freedman et al (1986), demonstraram que a alcoólise com metanol é tecnicamente mais viável do que a alcoólise com etanol, particularmente se esse corresponde ao etanol hidratado, cujo teor em água (4-6%) retarda a reação. O uso de etanol anidro na reação efetivamente minimiza este inconveniente, embora não implique em solução para o problema inerente à separação da glicerina do meio de reação que, no caso da síntese do éster metílico, pode ser facilmente obtida por simples decantação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A população de interesse para esta pesquisa foi dividida em 2 grupos: habitantes do bairro Centro da cidade de Santa Maria e empresas que geram como subproduto de sua atividade o óleo de fritura usado, como restaurantes, lanchonetes, supermercados e padarias do mesmo bairro. De acordo com IBGE (2010), o bairro centro é o que possui o maior número de habitantes totalizando 29.330 em 10.512 residências, sendo este, o principal motivo de sua escolha. Em relação às empresas, não existe até o presente momento uma lista com os empreendimentos que gerem óleo de fritura, sendo assim a população foi delimitada abrangendo todas as empresas do bairro centro que, ao serem visitadas, constatou-se que utilizam o óleo de fritura em seus processos. A pesquisa, ao abranger todas as empresas, fornece dados mais precisos para a análise econômica.

O tipo de amostragem utilizada para se verificar a quantidade de questionários a serem aplicados nas residências do bairro centro foi a amostragem aleatória sistemática, na qual a amostra é determinada por intervalos fixos. Por exemplo: numa população de 100 elementos, escolhe-se uma amostra selecionando cada décimo elemento da lista (LEVIN, 1987).

Uma vez definida a população, a amostra, bem como a técnica probabilística empregada, tornou-se possível determinar número de questionários a ser aplicados. De acordo com LOPES (2007), para esta técnica probabilística, a amostra mínima pode ser determinada pela seguinte equação:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q} \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 \cdot \hat{p} \cdot \hat{q}}$$

onde n é a amostra mínima; $Z_{\alpha/2}$ é a distribuição normal padrão; \hat{p} é o percentual estimado; \hat{q} é o complemento de \hat{p} ($\hat{q} = 1 - \hat{p}$); N é a população; e é o erro amostral e α é o nível de significância.

Considerando $Z_{\alpha/2} = 1,96$; $e = 0,05$; $N = 10512$; $\alpha = 5\%$. $e = 0,05$, obteve-se uma amostra mínima = 371. O erro é considerado aceitável em função das características dos dados avaliados, bem como da intenção desta pesquisa.

Como os itens da amostra não apresentam uma ordem determinada, utilizou-se um critério para selecionar os itens da amostra (amostra sistemática), escolhendo-se a cada K-ésimo um item da amostra. Dividindo-se o tamanho da População pelo tamanho da amostra, obteve-se um K equivalente a 27, ou seja, a cada 27 domicílios, aplicava-se um questionário. Em seguida, cada quarteirão foi numerado e o ponto de início é definido como sendo a primeira residência da esquina do primeiro quarteirão, iniciando-se pela esquerda. A partir desse ponto, sempre no sentido horário, foram visitados 1 a cada 27 domicílios. Quando se esgotasse o número de domicílios desejados, passava-se à quadra seguinte até atingir o número necessário.

Para a seleção dos estabelecimentos comerciais foi utilizada a Amostragem Intencional: a amostra é escolhida intencionalmente pelo pesquisador (MARCONI & LAKATOS, 1996; OLIVEIRA, 1997). A definição da amostra se deu pela visita em todos os estabelecimentos que comumente utilizam o óleo de fritura em seus processos, totalizando 127 estabelecimentos. Deste modo, a amostragem é não aleatória e sim intencional. O uso dessa amostra é justificado pelo fato de se obter um resultado mais preciso, principalmente ao que concerne o volume de óleo de fritura descartado, o qual é deveras importante para a realização da análise econômica.

Para a realização da coleta de dados o instrumento utilizado foi a entrevista com a utilização de questionário. O método da entrevista se caracteriza pela existência de um entrevistador, que fará perguntas ao entrevistado anotando as suas respostas. A entrevista pode ser feita individualmente, em grupo, por telefone ou pessoalmente (MATTAR, 1996). Foram utilizadas as entrevistas padronizadas (estruturadas), onde nos formulários costuma-se usar questões fechadas e o entrevistador não pode alterar a ordem das questões, ou criar novas questões. O questionário se caracteriza por ser não disfarçado, onde o entrevistador sabe qual é o objetivo da pesquisa.

Dentre as vantagens do método das entrevistas podem ser citados (MARCONI & LAKATOS, 1996; MATTAR, 1996): o entrevistador pode tirar dúvidas, explicar as questões, e permite também identificar as discordâncias. Além disso, a entrevista permite um bom controle da amostra com alto índice de respostas gerando uma grande quantidade de dados.

O questionário em questão apresenta 10 perguntas de forma direta e clara visando obter alguns resultados tais como práticas e percepções das empresas e habitantes da região escolhida sobre o óleo de fritura usado, quantidade estimada de descarte por período, entre outros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Volume de Óleo Usado

Para um futuro esquema de recolhimento e transformação, primeiramente é necessário verificar qual o volume de óleo de fritura usado está disponível imediatamente, ou seja, pronto para ser recolhido e transformado em Biodiesel. O volume total nas empresas, já descontadas as empresas que não fariam a doação e também, as que utilizam outro tipo de matéria prima para a fritura é equivalente à 14.664 litros mensais.

Nas residências, quando realizada a média entre o volume gerado de óleo usado e o número de pessoas por residência, encontrou-se o valor de 0,21 litros mensais por pessoa. Sendo o centro da cidade composto por 29.330 habitantes (dados do último censo), infere-se um volume aproximado mensal de 6159 litros de óleo usado. Assim, obteve-se um total de 20.823 litros de óleo de fritura usado disponível apenas no bairro Centro. É preciso lembrar ainda que, devido às impurezas e aos processos de filtragem, conforme a literatura (COSTA NETO, 2000; QUERCUS 2012:), aproveita-se em média 80%, desta forma, considerar-se-á 16.658 litros prontos para a transformação.

Ações e Percepções Ambientais em Relação ao Óleo Usado

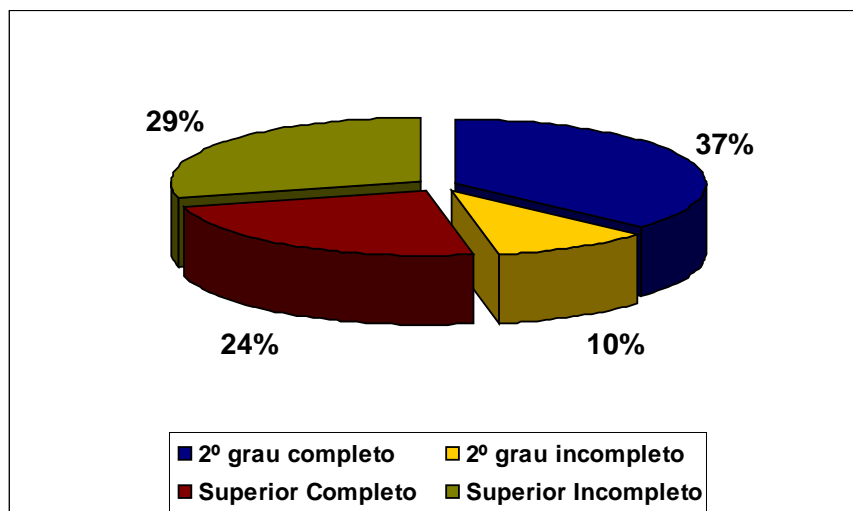
Através dos questionários aplicados, apresenta-se a seguir os resultados referentes à ações e percepções ambientais das empresas e residências que utilizam o óleo de fritura usado em seus processos.

Empresas

Foram aplicados os questionários em 127 empresas do bairro centro, o que representa a totalidade de empresas que utilizam o OFU, incluindo bares, restaurantes, supermercados e lanchonetes. Um total de 26 empresas que utilizavam a gordura vegetal em seus processos de frituras foram retiradas das pesquisas, pois apesar de ser também um resíduo que também causa malefícios ambientais e, ainda, pode ser transformado em biocombustível, difere do tema proposto nesta pesquisa e ainda possui propriedades diferentes do OFU.

A seguir (figura 1), apresenta-se o nível de escolaridade dos entrevistados nas empresas.

Figura 1 – Nível de escolaridade dos entrevistados nas empresas



Fonte: Autores (2015).

Um dos principais pontos a ser considerado nas empresas que geram o resíduo OFU é a destinação dada ao mesmo após o uso em seus processos. Empresas com um grande volume de fritura diária podem gerar um enorme volume de óleo residual, o qual se não for proporcionada uma destinação adequada, além de causar impactos à flora e fauna, se caracteriza como um desperdício de uma matéria-prima geradora de renda. A figura 2, representa as ações tomadas pela empresa em relação ao destino final do óleo de fritura a ser descartado.

Figura 2 – Destinação final do óleo de fritura usado pelas empresas



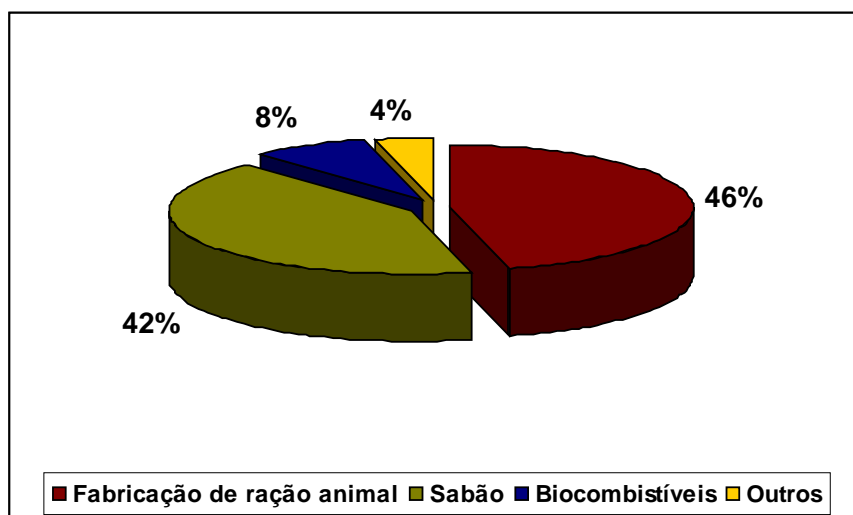
Fonte: Autores (2015).

Pode-se observar que, possivelmente por lidarem diariamente com este resíduo, os entrevistados possuem um bom entendimento sobre o tema, desta forma, poucas empresas fazem o descarte de forma inadequada. No entanto, é preciso considerar que mais da metade deste óleo não está sendo aproveitado para nenhum fim, somando 5.645 litros.

Quase metade das empresas entrevistadas doa o óleo usado para algum fim. A figura 3, demonstra que a maior parte deste resíduo está sendo utilizada para a fabricação de sabão e

ração animal. Uma porcentagem muito pequena é doada para a fabricação de biodiesel, mais especificamente a um único produtor, que também é dono de alguns restaurantes da cidade, e que utiliza este biodiesel para consumo próprio em sua fazenda. Uma parte ainda menor doa o óleo para a fabricação de farinha.

Figura 3 – Finalidade da doação do óleo usado pelas empresas



Fonte: Autores (2015).

Em relação ao conhecimento que as empresas possuem sobre os impactos ambientais advindos da incorreta disposição do óleo de fritura usado, pôde-se constatar que, ao que concerne a contaminação da flora e fauna e os danos causados nas tubulações da empresa, caso seja despejado nos vasos e pias, a grande maioria demonstra estar ciente destes problemas. Quanto ao encarecimento do tratamento das águas, e a possibilidade de obtenção de biodiesel através do óleo de fritura usado, pode-se verificar que figuram com uma menor porcentagem em relação aos itens anteriores.

Tabela 2 – Conhecimento das empresas sobre o óleo usado

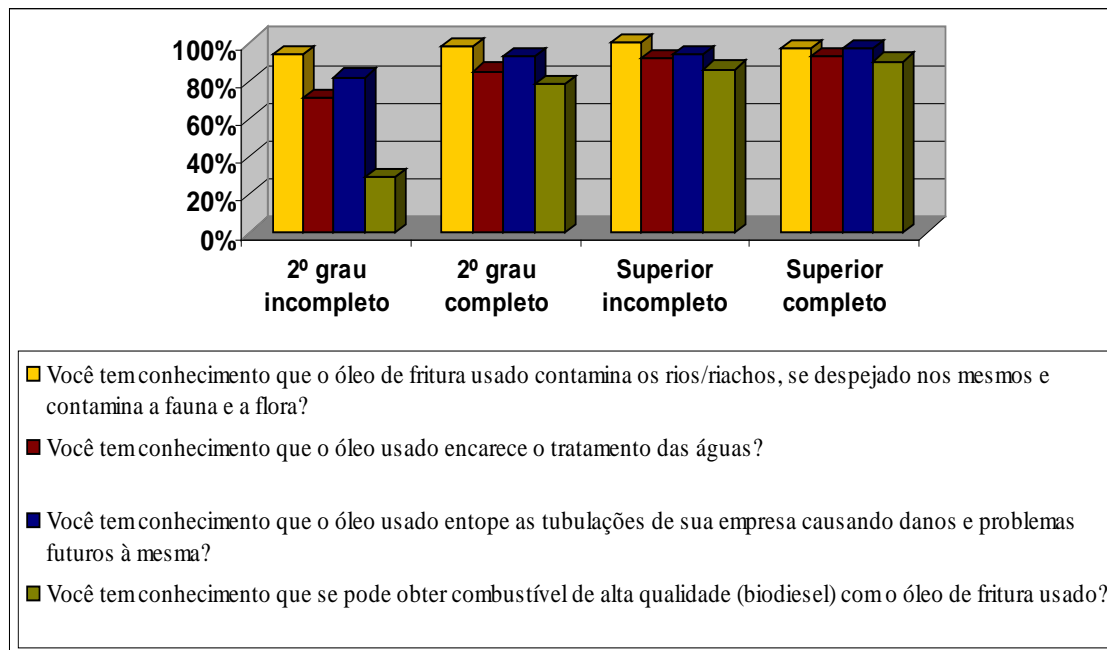
	SIM	NÃO
Você tem conhecimento que o óleo de fritura usado contamina os rios/riachos, se despejado nos mesmos e contamina a fauna e a flora?	98%	2%
Você tem conhecimento que o óleo usado encarece o tratamento das águas?	87%	13%
Você tem conhecimento que o óleo usado entope as tubulações de sua empresa causando danos e problemas futuros à mesma?	93%	7%
Você tem conhecimento que se pode obter combustível de alta qualidade (biodiesel) com o óleo de fritura usado?	76%	24%

Fonte: Autores (2015).

Após a verificação da tabela anterior, cruzaram-se as repostas com o nível de escolaridade dos entrevistados. Nota-se um pequeno aumento no número de entrevistados que

conhecem a utilização do óleo de fritura usado como combustível, conforme aumenta o nível de escolaridade (Figura 4). Nos demais itens não houve correlação significativa.

Figura 4 - Nível de escolaridade dos entrevistados que responderam positivamente aos questionamentos



Fonte: Autores (2015).

É importante que, após a obtenção de resultados de cunho apenas teórico, direcione-se alguns questionamentos sobre uma possível aplicação prática de recolha e fabricação de biodiesel obtido através do óleo usado. Sob esta ótica, apresenta-se a seguir (Tabela 3), os resultados sobre coleta, doação e incentivos de uma campanha de recolhimento do óleo. Constata-se que a quase a totalidade das empresas participaria da doação do óleo de forma gratuita, e também mediante algum incentivo financeiro ou fiscal. Ressalta-se aqui, que algumas empresas já fazem esta doação de forma gratuita, e apenas 2 empresas pesquisadas vendem o óleo, uma a R\$0,15 por litro e outra a R\$0,10. Um fato curioso sobre este item, é que 2 empresas consultadas não participariam de forma alguma deste sistema, preferindo dispor o óleo de forma incorreta à doá-lo.

Tabela 3 - Percepção das empresas sobre a coleta e doação do óleo usado

	SIM	NÃO
Participaria de uma coleta permanente, semelhante à coleta de lixo, do óleo usado gerado por sua empresa a ser transformado em biodiesel?	98%	2%
Doaria este óleo gratuitamente?	96%	4%
Participaria desta coleta mediante algum tipo de incentivo (financeiro ou fiscal)?	98%	2%

Fonte: Autores (2015).

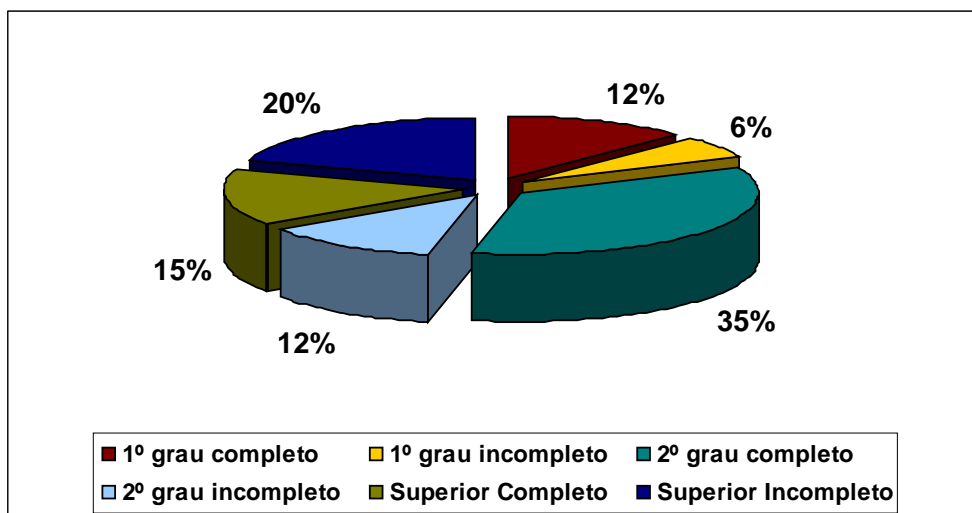
Residências

Para que se possa viabilizar um efetivo esquema de recolha do óleo usado, e a conseqüente produção de biodiesel, é necessário se conhecer os hábitos e a percepção que a população detem sobre o assunto, de forma a otimizar este esquema, e mais importante, propor ações baseadas nas respostas obtidas através do questionário aplicado.

Após calculada a amostra da população do bairro Centro que, estaticamente representa o todo, foram aplicados 371 questionários, concernindo aspectos relacionados ao uso, disposição e conhecimento sobre impactos ambientais causados pelo óleo de fritura usado. Foram desconsiderados na pesquisa 12 questionários, os quais representam as residências que segundo os resultados, não utilizam nenhum tipo de óleo em suas frituras.

A seguir, na figura 5, apresenta-se o nível de escolaridade dos entrevistados nas residências.

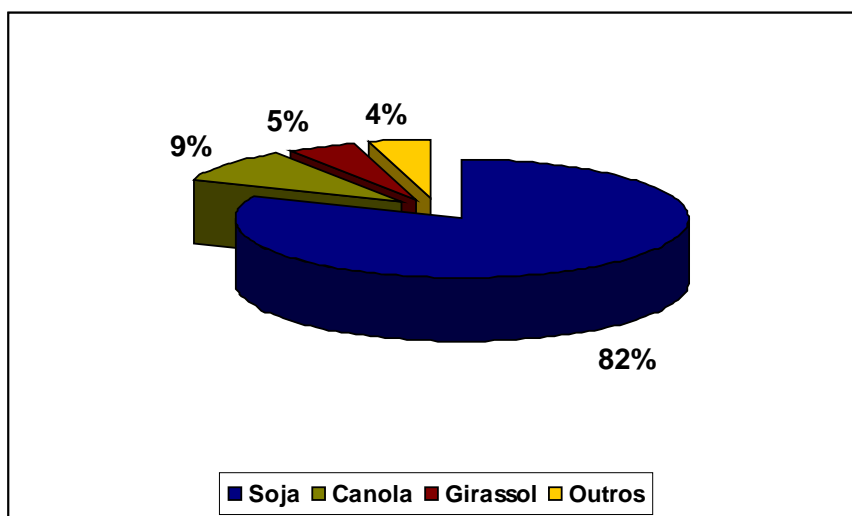
Figura 5 – Nível de escolaridade dos entrevistados nas residências



Fonte: Autores (2015).

Ao que se refere ao tipo de óleo usado nas residências, a grande maioria utiliza o óleo de soja, conforme a Figura 6, que é objeto desta pesquisa. No entanto há de se considerar que o óleo de canola e girassol estão sendo adotados por algumas famílias pesquisadas por se tratarem de óleos que segundo a opinião dos entrevistados e pesquisas recentes demonstram um maior benefício à saúde se comparado ao óleo de soja.

Figura 6 – Tipo de óleo usado nas residências



Fonte: Autores (2015).

A destinação final do óleo de fritura, diferentemente das ações tomadas pelas empresas, indica um hábito preocupante adotado pela maioria dos lares pesquisados. Observa-se na Figura 7, que mais da metade das residências despejam o óleo usado nas pias e vasos. Uma menor parte, mas que não deixa de ser significativa, acondiciona o óleo em garrafas e jornais e dispõe junto ao lixo comum, e ainda alguns lares doam este óleo, sendo que esta pequena porcentagem se deve pelo pequeno volume gerado nas residências e por inexistir um método sistemático de coleta urbana. Cabe ressaltar que a doação realizada pelas residências, se caracteriza por ser integralmente para a fabricação de sabão.

Figura 7 – Destinação final do óleo de fritura usado nas residências



Fonte: Autores (2015).

Nos quesitos de percepção ambiental, como se observa na tabela 4 o resultado obtido nas residências apresentam-se de forma preocupante. Pode-se observar que aproximadamente metade dos entrevistados desconhece os malefícios causados pela incorreta disposição do óleo usado e o seu uso para a geração de biodiesel, o que corrobora com os resultados apresentados na Figura 7. Estão sendo desperdiçados apenas no bairro centro 5.423 litros de OFU, e deste total 3.623 litros estão sendo lançados ao meio ambiente mensalmente.

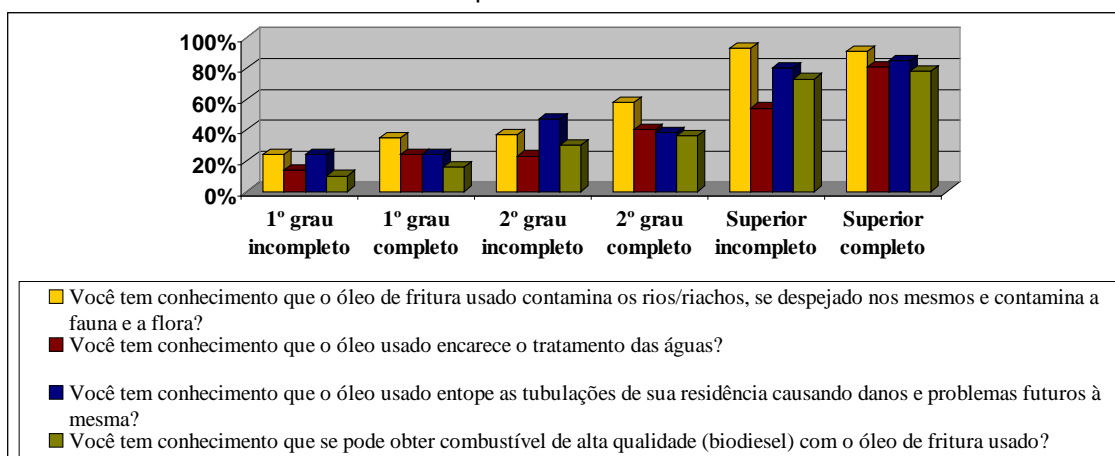
Tabela 4 – Conhecimento da população sobre o óleo

	SIM	NÃO
Você tem conhecimento que o óleo de fritura usado contamina os rios/riachos, se despejado nos mesmos e contamina a fauna e a flora?	63%	37%
Você tem conhecimento que o óleo usado encarece o tratamento das águas?	44%	56%
Você tem conhecimento que o óleo usado entope as tubulações de sua residência causando danos e problemas futuros à mesma?	52%	48%
Você tem conhecimento que se pode obter combustível de alta qualidade (biodiesel) com o óleo de fritura usado?	45%	55%

Fonte: Autores (2015).

Na figura 8, é possível notar o aumento significativo de conhecimento da população, conforme aumenta o nível de escolaridade. A falta de disseminação do conhecimento e o baixo nível de escolaridade da população brasileira em geral, se tornam responsáveis por ações ambientais incorretas, não só ao que concerne o OFU, mas sim a diversas práticas como o desperdício de água, a disposição de resíduos sólidos no meio ambiente, entre outros. Conforme Sagan (1997), a informação verdadeiramente científica muitas vezes se perde por vários filtros antes de chegar até a população. Para tanto, são necessárias ações locais, assim como governamentais, no auxílio de campanhas para divulgação destas informações.

Figura 8 - Nível de escolaridade dos entrevistados que responderam positivamente aos questionamentos



Fonte: Autores (2015).

Nas questões sobre a possibilidade de se realizar uma coleta deste óleo, apesar do baixo conhecimento da população, infere-se que esta ação seria viável, inclusive, como demonstrado na tabela 5, na forma de doação gratuita.

Tabela 5 - Percepção das empresas sobre a coleta e doação do óleo usado

	SIM	NÃO
Participaria de uma coleta permanente, semelhante à coleta de lixo, do óleo usado gerado por sua empresa a ser transformado em biodiesel?	100%	0%
Doaria este óleo gratuitamente?	98%	2%
Participaria desta coleta mediante algum tipo de incentivo (financeiro ou fiscal)?	98%	2%

Fonte: Autores (2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reaproveitamento de resíduos como o óleo de fritura usado descartados nos centros urbanos pode conjugar benefícios econômicos, ambientais e de saúde pública, para citar apenas os mais importantes. Isso traria efeitos favoráveis ao meio ambiente e à saúde a população ao diminuir o lançamento de gordura na rede de esgotos e, assim, a poluição e a atração de insetos, ratos e outros organismos nocivos à saúde pública e vetores de diversas doenças. Ademais, contribuiria para reduzir os custos de manutenção da rede e para aumentar sua vida útil, isso sem se considerar o potencial de geração de empregos (inclusão social urbana) com atividades de coleta. Em síntese, o biodiesel vem crescendo no mercado interno para se tornar, em breve, item importante de nossas relações com o mundo.

Este trabalho demonstrou alguns aspectos importantes em relação à reutilização do óleo de fritura usado com fins energéticos, mais especificamente, para a transformação em biodiesel em uma cidade de médio porte. Para se transformar em realidade, a viabilidade de produção deste óleo deve ser analisada desde o início da cadeia, por assim se dizer, sendo que é necessário se verificar o que se está sendo feito com o óleo usado e o que pensa a respeito a população sobre o tema, para que se possam iniciar ações no sentido do melhor aproveitamento do mesmo. Sob este foco, constatou-se que os empresários que utilizam o óleo de fritura usado em seus processos, na sua maioria estão cientes dos problemas causados com a má disposição final deste resíduo. No entanto, os resultados obtidos com a população demonstram uma grande falta de conhecimento sobre o assunto, e nos dois casos, um grande volume de óleo está sendo disposto de forma errada e sendo desperdiçado. Só no bairro pesquisado, nas residências, estão sendo desperdiçados 5.423 litros de OFU, e deste total 3.623 litros estão sendo lançados ao meio ambiente mensalmente, o que se pode inferir que na cidade inteira esteja se desperdiçando aproximadamente 50.490 litros e lançados diretamente ao meio ambiente 33.731 litros de OFU, o que caracteriza uma perda de financeira e um alto impacto ambiental para o município. Neste

sentido, são necessários esforços e ações para que a informação se dissemine entre toda a população e com isso, este resíduo tenha um destino mais adequado do que o atual.

Com isso, fica identificado um destino mais adequado a este resíduo agro-industrial que, no Brasil, é desprezado e/ou parcialmente aproveitado de maneira muitas vezes inadequada. Finalmente, é importante ressaltar que um programa de substituição parcial de óleo diesel por biodiesel de óleo de fritura dependeria da criação de um eficiente sistema de coleta de óleos usados, o que certamente ainda encontra-se distante de nossa realidade, mas que é possível se certas ações forem planejadas de forma correta.

Importante lembrar, que a viabilidade econômica da produção de energia a partir de fontes alternativas renováveis, sempre será dependente do balanço energético favorável, e o preço do internacional do barril de petróleo. A análise de viabilidade econômica que pode advir deste trabalho, há de considerar uma matéria prima que pode ser obtida a valores muito baixo ou até mesmo de graça, sendo uma enorme vantagem em comparação ao óleo vegetal para a produção de biocombustíveis. Também é importante destacar que tal projeto tem pelo menos mais duas virtudes: a da geração de empregos e da mitigação de impactos ambiental.

A coleta porta-a-porta pode suprir a lacuna da coleta especializada que necessitaria de uma logística e gastos consideráveis para ser realizada. Desta forma os catadores ou uma associação de catadores podem coletar o óleo deixado em garrafas plásticas junto ao lixo comum e vender à unidade de processamento. As cooperativas de catadores podem passar a absorver pessoas desempregadas para a coleta do óleo de fritura usado.

A inclusão dos catadores neste sistema de recolha de óleo usado tendem a contribuir efetivamente para a sociedade como um todo, sendo capaz de gerar benefícios econômicos, ambientais e principalmente sociais, tentando diminuir esta discrepância de geração de renda presente na sociedade moderna.

Referências

Agência Nacional do Petróleo (ANP). Disponível em: <www.anp.gov.br>. Acesso em 15 de março. 2015.

_____. **Resolução ANP N° 41**, de 24 de novembro de 2004. Fica instituída a regulamentação e obrigatoriedade de autorização da ANP para o exercício da atividade de produção de biodiesel. 2004.

Associação nacional de conservação da natureza (QUERCUS). **Estratégia para gestão de óleos alimentares usados**. Centro de Informação de Resíduos. Portugal, 2012.

BIODIESELBRAS. Estimativa de custos para a montagem de uma Microusina de Biodiesel. **Comunicação pessoal**, 2015.

BRASIL. **Lei N° 11.097**, de janeiro 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. 2005

- BRASIL. **Lei Nº 11.116**, de 18 de maio de 2005. Dispõe sobre o Registro Especial, na Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda, de produtor ou importador de biodiesel e sobre a incidência da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins sobre as receitas decorrentes da venda desse produto; altera as Leis n os 10.451, de 10 de maio de 2002, e 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências.
- CHANG, Y. Z. D. Fuel properties and emissions of soybean oil esters as diesel fuel. J. **Am. Oil Chem. Soc.**, v.73, n.11, p.1549-1555. 2006.
- COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. Produção de Biocombustível Alternativo ao Óleo Diesel Através da Transesterificação de Óleo de Soja Usado em Frituras. In: **Revista química nova**, n.23, ano 4, p.516, 2000.
- CASTELLANELLI C. et al. Análise Ambiental e Econômica do Biodiesel Obtido Através do Óleo de Fritura Usado em Praças de Pedágio. **Revista Produção Online**, v. espec., p. 1-15, 2007.
- FELIZARDO, P.M. **Produção de Biodiesel a Partir de Óleos Usados de Fritura**. Relatório de estágio. Lisboa: IST, 2003.
- FREEDMAN, B.; BUTTERFIELD, R. O.; PRYDE, E. H. J. Transesterification kinetics of Soybean oil. **Am. Oil Chem. Soc.** 63, 1375. [s.l]. 1986.
- IPA - Inovação e projectos em ambiente. **Linhas de definição estratégica do sistema de gestão dos óleos alimentares usados**. Portugal, 2013.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 21 fev. 2015.
- IPCC - Intergovernmental panel on climate change greenhouse gas inventory. **Reference Manual**. Greenhouse Gas Inventory. Revised, chapter 6, Waste, 350 p. 2006.
- LIMA, P.C.R. **O biodiesel e a inclusão social**. Consultoria Legislativa. Brasília: Câmara dos Deputados, 2004.
- LEVIN, J. **Estatística aplicada a ciências humanas**. 2. Ed. São Paulo: Harbra, 1987.
- LOPES, L. F. D. **Estatística e qualidade e produtividade: cálculos**. Disponível em <<http://www.felipelopes.com>>. Acesso 28 set. 2014.
- MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. Edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996.

- MAX S.P; KLAUS, D. T. **Plant Design and Economics for Chemical Engineers**. 4ed., USA: McGraw-Hill, Inc, 1991.
- MITTELBAACH M.; TRITTHART P. J. Diesel Fuel Derived from Vegetable Oils, III. Emission Tests, Using Methyl Esters of Used Frying Oil. **Am. Oil Chemical Society**, v. 65,p. 1185- 1187. 1988.
- MENDES, A. P. C. S. et al. **Emprego de Óleos Vegetais Para Fins Carburantes**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), 1989.
- Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Disponível em: <www.mda.gov.br>. Acesso em 03 fev. 2015.
- OLIVEIRA, M. **Biodiesel em ascensão**. Pesquisa FAPESP, São Paulo, n. 134, p. 63-67, 2007.
- OLIVEIRA, L. B. **Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos e abatimento de gases do efeito estufa**. 2001. 148f. Dissertação (de mestrado). Programa de Planejamento Energético. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. RJ, 2001.
- _____. Biodiesel: Combustível Limpo para o Transporte Sustentável. In: **Transporte Sustentável: Alternativa para Ônibus Urbanos**. Rio de Janeiro, COOPE/UFRJ, 2001.
- PAGLIARDI, O; J. M. MESA, J. D. ROCHA, E. OLIVARES , L. A BARBOZA.; Planta de Pirólise Rápida de Biomassa: Aspectos da Viabilidade Econômica. **IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**, Itajubá (MG), 2004.
- PNPB - Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel. Disponível em: <www.biodiesel.gov.br>. Acesso em 04 nov. 2014.
- ROSA, L.P. et al. **Geração de Energia a partir de Resíduos Sólidos Urbanos e Óleos Vegetais**. Fontes Alternativas de Energia no Brasil. CENERGIA. 1a Ed. Editora Interciência. 515 p, 2003.
- _____. **Análise Prospectiva de Introdução de Tecnologias Alternativas de Energia no Brasil**. Óleos Vegetais – Workshop. COPPE (Relatório Preliminar), 2002.