



BRASIL – JULIO 2015

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DO BIODIESEL OBTIDO ATRAVÉS DO ÓLEO DE FRITURA EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR

Carlo Alessandro Castellanelli
Universidade Federal de Santa Maria
Pró-Reitoria de Planejamento
castellanelli@bol.com.br

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. Foi analisada a viabilidade econômica de um projeto, sob a ótica da participação de uma instituição pública de ensino, a Universidade Federal de Santa Maria, sendo que desta forma, o projeto além de visar benefícios ambientais, sociais e financeiros, pode promover uma integração dos acadêmicos com o projeto, servindo como fonte de aprendizado e desenvolvimento. Resultados econômicos demonstraram ser altamente favoráveis para a concretização do esquema proposto.

Palavras-chave: Biodiesel, Óleo de fritura usado, Viabilidade econômica, Impactos Ambientais, Resíduos Urbanos.

ANALYSIS OF FEASIBILITY OF PRODUCTION AND USE OF BIODIESEL OBTAINED THROUGH THE FRYING OIL ON A FEDERAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION

Abstract: The utilization of biodiesel has shown a promising potential in the whole world, for its 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. It was developed an economical viability of a project, from the perspective of the a public institution of education's perspective, the Federal University of Santa Maria, and this way, the project can reach benefits besides the environmental, social and financial ones, it can promotes an academic integration with the project, being a source of learning and development. Results demonstrated to be highly economical favorable to the implementation of the proposed scheme.

Keywords: Biodiesel, Used frying oil, Economical feasibility, Environmental Impacts, Municipal waste.

1. INTRODUÇÃO

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 resposta 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.

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 da viabilidade econômica envolvendo a montagem de uma micro-usina e um esquema de recolha de óleo de fritura, com o levantamento do volume de óleo de fritura usado disponível para uso em empresas que geram este resíduo e em residências no município de Santa Maria em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria, proporcionando a utilização do biodiesel em substituição ao diesel convencional em sua frota de veículos.

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, incluindo os da Universidade Federal de Santa Maria.

A Universidade Federal de Santa Maria, idealizada e fundada pelo Prof. Dr. José Mariano da Rocha Filho, foi criada pela Lei n. 3.834-C, de 14 de dezembro de 1960, com a denominação de Universidade de Santa Maria, instalada solenemente em 18 de março de 1961. A UFSM é uma Instituição Federal de Ensino Superior, constituída como Autarquia Especial vinculada ao Ministério da Educação.

A atual estrutura, determinada pelo Estatuto da Universidade, aprovado pela Portaria Ministerial n. 801, de 27 de abril de 2001, e publicado no Diário Oficial da União em 30 de abril do mesmo ano, estabelece a constituição de oito Unidades Universitárias: Centro de Ciências Naturais e Exatas, Centro de Ciências Rurais, Centro de Ciências da Saúde, Centro de Educação, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Centro de Tecnologia, Centro de Artes e Letras e Centro de Educação Física e Desportos.

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.

2. 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, conforme a Figura 1.

Figura 1: Processo de transesterificação



O biodiesel passou a ser mais divulgado no Brasil através do Probiobiodiesel (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).

3. 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 frequentes 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.

4. METODOLOGIA

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 $Z_{\alpha/2} = 1,96$; $\hat{p} = 0,5$; $N = 10512$; $e = 5\%$. e $\alpha = 0,05$, obteve-se uma amostra mínima $n = 371$. 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.

Para este trabalho, utilizou-se duas das 10 questões, contidas no questionário, as quais tratam apenas do volume gerado de óleo disponível para recolha e se doaria o óleo. As questões restantes discorrem sobre aspectos de conscientização ambiental que serão utilizadas em trabalhos futuros. A partir de resultados obtidos no questionário supracitado, o qual indaga sobre o volume descartado por período, foram utilizados os métodos tradicionais de avaliação econômica da viabilidade de um empreendimento o qual requerem a estimativa dos custos capitais fixos, dos custos operacionais e do preço de venda dos produtos, o que neste caso se dá pela economia de combustível diesel pela Universidade Federal de Santa Maria, objeto desta análise. Conforme norma vigente do governo, o biodiesel só pode ser comercializado através de leilões realizados pela Petrobrás ou para testes em unidades pilotos e para consumo próprio. Desta forma o uso mais apropriado seria este esquema sendo viabilizado pela Universidade Federal de Santa Maria que utilizaria o biodiesel em sua frota de veículos, economizando assim com os gastos de combustíveis, assim como, pode servir de fomento à pesquisa, proporcionando uma interação com alunos de diversos cursos da própria instituição. A partir destas informações, o período de retorno do investimento (payback), a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido (VPL) são calculados. Todos os três métodos têm sua importância e conseqüentemente devem ser avaliados. O primeiro deles, o payback que é simplesmente o tempo de retorno do investimento realizado, trata-se do mais simples dos três métodos apresentados por considerar nula a taxa de juros do projeto. Contudo, sua virtude está em estimar o tempo de recuperação do capital investido. Assim, esse projeto, devido suas características ambientais e talvez, estratégicas para a economia, possa gozar de benefícios e incentivos governamentais. Como a cada ciclo econômico doméstico, isto é, a cada mudança governamental, que ocorre a cada 4 anos, poderia-se mudar as prioridades, no entanto a produção de biodiesel se tornou uma questão de interesse internacional, diante do fator aquecimento global e esgotamento das reservas de petróleo.

Também existe o problema da inovação tecnológica que o setor está submetido. Neste sentido, é importante ter um limite de tempo não muito extenso, ou seja, compatível com o cenário político. O valor presente líquido, por sua vez, que deve ser positivo (ou nulo), é obtido do fluxo de caixa do projeto quando se utiliza a taxa de desconto, que representa o custo de médio ponderado de capital.

Por último, a taxa interna de retorno é a taxa de desconto do fluxo de caixa que torna o valor presente nulo. Embora a TIR represente a taxa relacionada ao projeto, sua deficiência está em considerar possíveis reaplicações a esta mesma taxa, o que nem sempre é verdadeiro.

5. RESULTADOS

5.1 Volume de Óleo Usado

Para o cálculo da viabilidade econômica, 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.

5.2 Análise Econômica

Segundo os resultados obtidos nos questionários, a seguir será apresentada a viabilidade econômica do projeto proposto, ou seja, a instalação de uma micro-usina para a fabricação de

biodiesel na Universidade Federal de Santa Maria, considerando todos os processos e insumos necessários para tal.

A Universidade Federal de Santa Maria possui um número considerável de veículos Diesel, utilizados por diferentes setores da mesma, que podem fazer uso do Biodiesel. A seguir, na Tabela 2, apresenta-se a quantidade de veículos por tipo que a UFSM possui.

Tabela 2: Veículos diesel da Universidade Federal de Santa Maria

Tipo de veículo	Quantidade
Caminhão	10
Trator	32
Carreta	1
Ônibus	11
Camionete	6
Colheitadeira	1
Retroescavadeira	1
Rocadeira	1
Jeep	2
Sprinter	3
TOTAL	66

O gasto de combustível (diesel) pela UFSM foi avaliado no período de 11 meses, entre 02/2014 e 12/2014, conforme a tabela a seguir.

Tabela 3: Gasto de diesel pela Universidade Federal de Santa Maria

Mês	Litros
Fevereiro 2014	6.444,29
Março 2014	7.086,06
Abril 2014	6.275,08
Maio 2014	9163,92
Junho 2014	8.374,25
Julho 2014	9943,64
Agosto 2014	8.557,47
Setembro 2014	8490,61
Outubro 2014	9227,99
Novembro 2014	8413,78
Dezembro 2014	8876,65
TOTAL	90.853,74

A média mensal de consumo de diesel pela UFSM é de 8.259,43 litros, convertidos em valores monetários atualizados pela ANP em março de 2015 ao valor de R\$2,8 por litro de diesel, equivale a um gasto anual com diesel de R\$277.516,848 pela Universidade. Para o cálculo viabilidade, baseado no consumo mensal da UFSM, serão utilizados 10.000 litros por mês, considerando uma margem extra à produção devido a uma perda habitual de rendimento quando o utilizado o Biodiesel de OFU (MITTELBACH e TRITTHART 1988; COSTA NETO 2000). No entanto, conforme o resultado obtido anteriormente, estão disponíveis para uso 16.658 litros, e como a capacidade proposta para a micro usina é compatível com este volume de produção, é possível que a UFSM possa produzir um volume maior, sendo que pode-se promover parcerias com setores interessados a fazer uso deste biodiesel, como cooperativas agrícolas, ou mesmo se possível, doar o resto aos pequenos produtores.

O investimento de um projeto industrial é a descrição detalhada das necessidades de capital requerido para a materialização do mesmo. Os investimentos de um projeto se destinam a dois fins: um deles refere-se aos investimentos fixos e outro ao chamado capital de giro ou capital de trabalho como também é conhecido. Os investimentos fixos realizam-se no período de instalação do projeto e são utilizados durante a vida útil dos bens correspondentes. Estes investimentos compreendem bens que estão sujeitos a depreciação, tais como máquinas, veículos, edifícios, terreno, móveis, etc. Compreendem também investimentos não ponderáveis, também passíveis de amortização, tais como estudo do projeto, gastos organizacionais (assessorias técnica e jurídica, gastos com viagens, dentre outras despesas).

O capital de giro, por sua vez, corresponde aos investimentos que a empresa deve dispor para atender suas necessidades operacionais durante um ano de trabalho da planta, em um turno, totalizando 8 horas e operando durante 25 dias do mês, para produzir o biodiesel, seu produto mais importante. Será interessante dividir esse capital de trabalho (capital de giro) em dois componentes: um fixo relativo principalmente à manutenção da planta e outro variável, envolvendo prioritariamente o insumo utilizado no processo.

O capital fixo é composto por uma estrutura metálica, tanques de armazenamento, reator principal, reator de catalise, tanque decantador, destilador, bombas hidráulicas, canalizações, sistema elétrico, sistema de automação, equipamentos de medidas, equipamento de controle de qualidade e filtro tipo "bag". O valor total do investimento capital fixo é de R\$ 176.900,00, segundo dados obtidos com a empresa BIODIESELBRAS. Tomando-se por hipótese que a vida útil média desses equipamentos é de 10 anos, sua depreciação é de R\$ 17.690,00 anuais. O equipamento para a transformação do óleo de fritura usado em biodiesel, é produzido pela BIODIESELBRAS, denominada BD 1.200.

A BD 1200 tem capacidade de produção de até 36.000 litros por mês, se for utilizada durante 20 horas. Para as 8 horas propostas estima-se uma produção de até 14.500 litros mensais. A BD 1200 ocupa pouco espaço (cerca de 30 m²).

Tabela 4: Investimentos do projeto

Item	Valor (R\$)
1. Construção civil	90.000,00
2. Equipamentos, acessórios e peças	65.500,00
3. Montagem	9.500,00
4. Transporte dos equipamentos	7.600,00
5. Custos de viagem e estadia dos supervisores	4.800,00
TOTAL DO INVESTIMENTO	176.900,00

Custos de Produção

Os custos de operação, que correspondem a quase totalidade dos custos fixos operacionais (trabalhos de manutenção, despesas gerais, seguros, dentre outros), foram baseados (PAGLIARDI, 2004; MAX, 1991) em uma percentagem do investimento inicial (Tabela 5).

Tabela 5: Custos fixos operacionais anuais (período de 8 horas/25 dias do mês)

Descrição	% do valor inicial	Valor R\$
Serviços de Manutenção	1%	650,00
Materiais de Manutenção	3%	3.357,00
Despesas Gerais	25%	27.050,00
Seguros	2%	1.300,00
Outros Custos Fixos	1%	650,00
Mão de obra operacional	4 funcionários	6.500,00
TOTAL		39.507,00

Nas despesas gerais está incluído o custo da análise da qualidade da matéria-prima para a produção do biodiesel de valor unitário de R\$ 900,00. Assim, 12 análises no ano, representam R\$ 10.800,00. Os custos com mão de obra incluem os encargos sociais e demais benefícios. É

importante lembrar aqui, que os custos dos funcionários podem cair com o tempo se forem substituídos por bolsistas da própria instituição.

Os custos variáveis, ao contrário dos custos fixos, são aqueles que variam proporcionalmente ao nível de produção industrial e, também, à estrutura de vendas adotada. Obviamente, o que determinará se um custo é fixo ou variável é a natureza das atividades da empresa e de seus processos produtivos. Os custos variáveis de operação mais importantes para este estudo (Tabela 6) englobam a matéria prima utilizada (óleo de fritura usado), eletricidade, metanol e catalisador, materiais de divulgação, venda da glicerina resultante do processo, que é utilizada para a fabricação de cosméticos e na indústria farmacêutica, entre outros. Foi utilizada a rota metílica para os cálculos devido a maior aceitação na literatura se comprada à rota etílica.

Tabela 6: Custos variáveis anuais de produção

Óleo de fritura usado (120.000 litros)	X
Metanol – 24.000 L.	R\$ 156.000 (R\$ 6,50 por litro)
Soda Cáustica –500 KG	R\$ 4.000,00 (R\$ 8,00 por KG.)
Recolha do óleo	R\$ 9.500,00
Material de divulgação e campanhas	R\$ 16.000,00
Energia elétrica	R\$ 8.000,00
Outros	R\$ 4.000,00
Venda de 18.000 L. de glicerina	R\$ (14.400,00) (R\$ 0,80 por litro)
CUSTO VARIÁVEL FINAL	X

O valor a ser pago no óleo usado ainda é incerto. Apesar de os resultados apontarem para um cenário altamente positivo, onde quase toda a matéria-prima seria obtida de forma gratuita, com a divulgação de esquemas como este, podem surgir concorrentes, além dos já existentes, que são os fabricantes de ração animal e sabão, e com o tempo, o óleo de fritura usado pode se tornar um resíduo com um considerável valor comercial. Desta forma, apresenta-se a seguir alguns cenários de variação de valores a serem pagos por este resíduo, de forma a verificar até que ponto, este empreendimento seria viável economicamente.

Tabela 7: Custo variável final anual considerando o valor da matéria prima

Custo da Matéria prima	Custo Variável Final (Anual)
R\$ 0,00	R\$183.100,00
R\$ 0,10	R\$185.500,00
R\$ 0,20	R\$187.100,00
R\$ 0,30	R\$190.300,00
R\$ 0,40	R\$192.700,00
R\$ 0,50	R\$195.100,00
R\$ 0,60	R\$197.500,00
R\$ 0,70	R\$199.900,00
R\$ 0,80	R\$202.300,00

Na Tabela 8, verifica-se as receitas anuais, neste caso obtidas com a economia na compra de diesel, que a Universidade obteria, assim como o custo por litro de biodiesel considerando diferentes valores para o custo da matéria-prima.

Tabela 8: Custos e receitas do projeto

Custo da matéria prima	Custos anuais de produção (fixo + variável)	Receitas anuais
R\$ 0,00	R\$ 222.607,00	R\$54.909,848
R\$ 0,10	R\$ 225.007,00	R52.509,848

R\$ 0,20	R\$ 226.607,00	R\$50.909,848
R\$ 0,30	R\$ 229.807,00	R\$47.709,848
R\$ 0,40	R\$ 232.207,00	R\$45.309,848
R\$ 0,50	R\$ 234.607,00	R\$42.909,848
R\$ 0,60	R\$ 237.007,00	R\$40.509,848
R\$ 0,70	R\$ 239.407,00	R\$38.109,848
R\$ 0,80	R\$ 241.807,00	R\$35.709,848

Baseado nos custos e receitas, foram calculados o Payback Descontado, o qual considera o valor do dinheiro no tempo, a Taxa Interna de Retorno e o Valor Presente Líquido para se verificar a viabilidade econômica do projeto. Como taxa utilizou-se a taxa interbancária (SELIC=13,25%) do mês de janeiro de 2015. A taxa interna de retorno de um projeto, também chamada de eficiência marginal do capital, é a taxa de desconto que iguala o valor das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto (WOILER, 1996), ou seja, é a taxa média de crescimento de um investimento. Para a TIR, se a taxa retornada é superior ou igual à taxa utilizada, aceita-se o projeto, e para o VPL, se o valor é superior ou igual a zero também aceita-se o projeto. Os resultados podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9: Viabilidade econômica do Projeto

Custo da matéria prima	Payback (anos)	TIR	VPL	Aceitação do projeto
R\$ 0,00	3,54	24,7%	157.678,00	ACEITA-SE
R\$ 0,10	3,74	22,8%	141.459,00	ACEITA-SE
R\$ 0,20	3,86	20,3%	124.853,00	ACEITA-SE
R\$ 0,30	4,11	18,4%	108.345,00	ACEITA-SE
R\$ 0,40	4,33	16,7%	94.734,00	ACEITA-SE
R\$ 0,50	4,58	14,7%	79.635,00	ACEITA-SE
R\$ 0,60	4,85	12,35%	62.937,00	ACEITA-SE
R\$ 0,70	5,15	10,1%	40.634,00	ACEITA-SE
R\$ 0,80	5,50	7,6%	19.736,63	ACEITA-SE

A partir dos resultados obtidos, pode-se tecer algumas considerações quanto a viabilidade econômica do projeto. É visível que, conforme o valor o ser pago para a matéria prima aumenta, o período do retorno também aumenta, sendo a TIR e o VPL se apresentam no sentido inversamente proporcional ao payback. No entanto observou-se que para valores até R\$0,80 o projeto ainda é viável no ponto de vista comercial, sendo a taxa de retorno maior do que a taxa compartiva utilizada e o VPL maior que zero. Para valores maiores que R\$0,80 o projeto começará a apresentar-se inviável do ponto de vista comercial, criando um cenário de inatratividade. Isto corrobora com o fato de que projetos como este são viáveis se apresentam um retorno em aproximadamente 5 anos. No entanto, mesmo para o óleo adquirido valores superiores a R\$ 0,80, pode se tornar viável com o foco ambiental e de fomento permanentemente ao ensino na Instituição.

Desta forma conclui-se que o empreendimento é altamente viável se a matéria prima for obtida de graça ou por valores de até de R\$0,80. Observa-se segundo o mercado de venda deste resíduo atualmente que as empresas que não doam gratuitamente este óleo, comercializam o mesmo por valores em torno de R\$0,10 ou R\$0,15. É preciso considerar, no entanto, como citado anteriormente, que o mercado de fabricação de biodiesel a partir deste resíduo possa aumentar, aumentando em uma proporção direta o seu valor.

CONCLUSÃO

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, para que se possam iniciar ações no sentido do melhor aproveitamento do mesmo.

A viabilidade econômica, analisada através de um esquema proposto para a Universidade Federal de Santa Maria, apontou resultados altamente favoráveis para a sua concretização. Verificou-se que se o óleo a ser recolhido for obtido por valores abaixo de R\$0,80 o litro, o retorno do investimento se dá em taxas e na função tempo de forma realizável. Importante lembrar aqui, que grande parte do óleo usado pode ser obtido por doação, e ainda, o projeto pode ser apresentado para os órgãos de fomento ao ensino como CNPq e FINEP, para que se torne real.

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.

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 apresentada neste trabalho considerou que a capacidade da planta pode ser ampliada sem alterar a estrutura geométrica dos equipamentos usados em cada operação unitária. Também é importante destacar que tal projeto tem pelo menos mais duas virtudes: a da geração de empregos e da mitigação de impactos ambiental.

Necessário ainda mencionar, que a promoção de parcerias com a sociedade civil, prioritariamente com os catadores de lixo, na triagem e comercialização dos resíduos, pode ser um instrumento para a geração de empregos e renda e ainda melhorar a limpeza das cidades com reflexos positivos sobre a qualidade de vida da população. No entanto medidas de apoio devem ser implantadas com o auxílio das prefeituras locais, como a divulgação de idéias, como a apresentada neste trabalho, mudando os hábitos na disposição e acondicionamento do óleo usado.

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

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Disponível em: <www.anp.gov.br>. Acesso em 15 de março. 2015.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. 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.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Portaria N° 240, de 25 de agosto de 2003. Estabelece a regulamentação para a utilização de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos não especificados no País. 2003.

QUERCUS - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. 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 Nº 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 nos 10.451, de 10 de maio de 2002, e 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e dá outras providências. 2005.

CHANG, Y. Z. D.; GERPEN, V. H. J.; LEE, I.; JOHNSON, A. L.; HAMMOND, G. E.; MARLEY, J. S. Fuel properties and emissions of soybean oil esters as diesel fuel. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, v.73, n.11, p.1549-1555, 1996.

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, fev.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. E 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. **Emprego de Óleos Vegetais Para Fins Carburantes**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), 1989.

MDA - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. 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, abr. 2007.

OLIVEIRA, L. B. **Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos e abatimento de gases do efeito estufa**. Dissertação de mestrado. Programa de Planejamento Energético. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. RJ. 148 p., 2001.

OLIVEIRA, L. B. 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), março de 2004.

PNPB - PROGRAMA NACIONAL DE PRODUÇÃO E USO DE BIODIESEL. Disponível em: <www.biodiesel.gov.br>. Acesso em 04 nov. 2014.

ROSA, L.P. **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.

ROSA, L. P. **Análise Prospectiva de Introdução de Tecnologias Alternativas de Energia no Brasil**. Óleos Vegetais – Workshop. COPPE (Relatório Preliminar), 2002.