

A nálise ambiental e econômica do biodiesel obtido por meio do óleo de fritura usado em praças de pedágio

Carlo Alessandro Castellanelli

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria.
Santa Maria – RS [Brasil]
castellanelli@bol.com.br

Cristiano Roos

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria.
Santa Maria – RS [Brasil]
v0391201@viavale.com.br

Márcio Castellanelli

Mestre em Engenharia Agrícola – Unioeste.
Cascavel – PR [Brasil]
engcastellanelli@yahoo.com.br

Leandro Cantorski da Rosa

Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria.
Santa Maria – RS [Brasil]
leski78@hotmail.com

Neste artigo, o objetivo é demonstrar a viabilidade econômica e as vantagens ambientais da substituição do diesel pelo biodiesel, obtido do óleo de fritura usado, em geradores de energia elétrica. Para tanto, realizou-se estudo de caso em três praças de pedágio que possuem geradores a diesel, no Rio Grande do Sul. Os parâmetros técnicos para o estudo desses geradores resultam dos experimentos de bancada realizados pelo grupo de pesquisa, nos quais se verificou que o biodiesel pode ser empregado como substituto do diesel, nos geradores das praças de pedágio, em razão das vantagens tanto econômicas quanto ambientais. Assim, a realização deste estudo de caso proporcionou maior entendimento da temática proposta, além de mostrar a importância das fontes de energia renováveis em relação aos cenários ambientais, políticos e econômicos.

Palavras-chave: Biodiesel. Fonte de energia alternativa. Gerador de energia elétrica.

1 Introdução

Atualmente, a sociedade brasileira apresenta forte preocupação com o setor energético nacional. Em todos os segmentos, busca-se a otimização dos recursos energéticos por meio da redução do consumo, pela simples conscientização ou pela aplicação de tecnologias e conceitos de eficiência na área energética. O racionamento de energia elétrica é exemplo disso, pois, em 2001, quando veio a público, a crise do setor elétrico fez crescer, em todo o País, o sentimento de economia dessa fonte.

A geração de energia elétrica vem aumentando por motivos econômicos e de segurança. Por outro lado, os consumidores têm cada vez mais possibilidade de gerar sua própria energia elétrica a partir do óleo diesel. No entanto, para Corrêa et al. (2001), razões ambientais relativas ao uso de combustíveis fósseis – tendência de crise e escassez relacionada ao fato de esse tipo de combustível não ser renovável, somada a sua iminente elevação de preços – têm aumentado a demanda por novas tecnologias de geração de energia não-poluentes como o biodiesel, cujas fontes são as plantas oleaginosas e as gorduras animais. Nesse contexto, o Brasil não constitui exceção na busca de fontes alternativas de energia.

O fato de o Brasil possuir enorme gama de matéria-prima para produção de biodiesel deve incentivar estudos que gerem parâmetros de sua utilização, em motores de ignição por compressão. É importante lembrar dos efeitos do racionamento de energia elétrica a que o país foi submetido desde junho de 2001 até meados de 2002. Esse racionamento, novamente, trouxe à tona a necessidade de pesquisar fontes energéticas que, além de atuarem como alternativas aos combustíveis fósseis e à energia nuclear, sejam renováveis e menos poluentes.

Este estudo representa o intuito de verificar a viabilidade de implantar o biodiesel como fonte de alento para geração de energia elétrica em três praças de pedágio na região central do Rio Grande do Sul. Contemplaram a avaliação do biodiesel do óleo de fritura usado, exame experimental do rendimento de motores – quando alimentados pelo biodiesel –, análise de redução

de poluentes e avaliação dos resultados, com objetivo de verificar as vantagens de geração de energia nos postos de pedágio, a partir dos motores examinados.

1.1 Biodiesel

O uso de óleos vegetais em motores de combustão interna teve início com Rodolf Diesel, que utilizou óleo de amendoim, em 1900. No entanto, razões econômicas levaram ao completo abandono dessa alternativa como combustível. Somente na década de 1970, tal idéia foi retomada, pois o mercado de petróleo, nesse período, passou por dois súbitos desequilíbrios entre oferta e demanda mundiais, conhecidos como primeiro e segundo choques do petróleo. Em resposta a essas crises, o mercado sentiu a necessidade de diminuir a dependência do petróleo, o que estimulou o investimento no desenvolvimento de tecnologia de produção e no uso de fontes alternativas de energia (OLIVEIRA, 2001).

Nessa busca de fontes alternativas de energia redutoras de poluição, capazes de gerar empregos e com custos competitivos, o biodiesel apresentou-se como candidato natural a um programa global que também vem ganhando espaço nas discussões energéticas no Brasil. A Agência Nacional do Petróleo do Brasil definiu, por meio da portaria 225, de setembro de 2003, o biodiesel como conjunto de ésteres de ácidos graxos oriundos de biomassa, que atendem a especificações determinadas para evitar danos aos motores.

O biodiesel, que representa evolução da tentativa de substituir o óleo diesel por biomassa originada do aproveitamento de óleos vegetais “*in natura*”, é resultante da reação de óleos vegetais novos ou usados, gorduras animais, com intermediário ativo, formado pela reação de um álcool com um catalisador, processo conhecido como transesterificação (Figura 1).

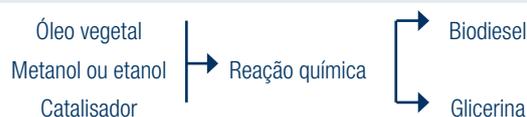


Figura 1: Reação de transesterificação

Fonte: Ceplac.

Assim, os produtos da reação química são um éster (o biodiesel) e o glicerol. No caso da utilização de insumos ácidos, como esgoto sanitário ou ácidos graxos, a reação é de esterificação e não há formação de glicerol, mas de água simultaneamente ao biodiesel. Os ésteres têm características físico-químicas muito semelhantes às do diesel, conforme demonstram as experiências realizadas em diversos países (ROSA et al., 2003), o que possibilita a utilização desses ésteres em motores de ignição por compressão (motores de ciclo diesel).

A reação de transesterificação pode empregar diversos tipos de álcoois, preferencialmente os de baixo peso molecular, sendo os mais estudados o metílico e o etílico. Freedman et al. (1986) demonstraram que a reação com o metanol é tecnicamente mais viável do que com etanol – que pode ser utilizado como anidro (teor de água inferior a 2%), visto que a água atuaria como inibidor da reação. A separação da glicerina obtida do subproduto, no caso da síntese do éster metílico, é resolvida mediante simples decantação, ou seja, mais facilmente do que com o éster etílico, processo que requer mais etapas.

Quanto ao catalisador, a reação pode utilizar o do tipo ácido ou alcalino, ou ainda pode ser empregada a catálise enzimática. Entretanto, a reação empregada na indústria é, em geral, feita em meio alcalino, pois apresenta melhor rendimento e menor tempo de reação que o meio ácido, além de gerar menos problemas relacionados à corrosão dos equipamentos. Já os triglicerídeos precisam ter acidez máxima de 3%, o que eleva seus custos e inviabiliza o processo em países onde o óleo diesel mineral conta com subsídios cruzados, como no Brasil.

Segundo Laforgia et al. (1994), a reação de transesterificação proporciona melhoria significativa das seguintes propriedades físico-químicas: redução da viscosidade, pequeno acréscimo no número de cetano e poder calorífico próximo ao do óleo diesel convencional; com isso, consegue-se boa qualidade da combustão nos motores diesel.

Sob o aspecto ambiental, o uso de biodiesel diminui significativamente as emissões de

poluentes, quando comparado ao óleo diesel, podendo atingir 98% de redução de enxofre, 30% de aromáticos, 50% de material particulado e, no mínimo, 78% de gases do efeito estufa (ROSA et al., 2003).

1.2 Biodiesel obtido do óleo de fritura

Segundo Oliveira (2001), o lixo, para geração elétrica, e o biodiesel, principalmente para propulsão veicular e também para geração elétrica, apresentam qualidades adicionais à biomassa cultivada. Suas principais vantagens são as seguintes: (i) tanto os equipamentos quanto os insumos necessários para sua produção são nacionais, ou seja, cotados em real; (ii) exigem muita mão-de-obra, uma vez que o lixo precisa de triagem, para obter biomassa residual e reciclável, e dos insumos residuais para produção de biodiesel – e cultivo e extração para obtenção de insumos novos para biodiesel; (iii) o fato de estar disponível, normalmente, para os consumidores, reduz o custo de transporte, seja da energia ou do combustível, e (iv) acarreta redução da poluição decorrente da substituição de combustíveis fósseis por fontes alternativas de energia. No caso do biodiesel, é reduzida a importação de óleo diesel e petróleo.

Essas qualidades adicionais podem ser comprovadas por análise integrada (técnica, social, econômica e ambiental) dos diversos efeitos desse aproveitamento, entre os quais o potencial de aumentar, em 30%, a oferta de energia elétrica e substituir 1% do óleo diesel imediatamente, a custos já competitivos (ROSA et al. 2003), além de alavancar a produção agrícola para atender à demanda interna e externa.

Na esfera residual, ocupam lugar de destaque os insumos derivados de processos industriais, pecuária e, principalmente, da indústria alimentícia, que apresentam potencial químico para transformação em biocombustível. Os mais representativos são os óleos vegetais, utilizados na fritura de alimentos, e os ácidos graxos, encontrados na gordura animal e também no esgoto sanitário (resíduo público, enquanto os demais são privados). A isso soma-se o fato de estarem disponíveis imediatamente, uma vez que não é necessário planejar sua produção, e

de sua localização ser a mesma dos consumidores de energia, quer estejam nas cercanias das cidades (uma vez que o lixo é praticamente padronizado em todo o território nacional), ou nas unidades produtivas rurais (onde os insumos são mais específicos), sinalizando para a prioridade de seu aproveitamento.

Assim, ao contrário da energia eólica e das Pequenas Centrais Termelétricas (PCHs), cuja exploração depende da disponibilidade do recurso natural e cujas áreas para instalação de empreendimentos, normalmente, ficam longe dos centros urbanos, a biomassa residual pode ser utilizada em usinas instaladas nas áreas de vazadouro de lixo, o que exige menos investimento em linhas de transmissão, ou nas fazendas de cultivo.

Além disso, essa transformação dos resíduos em biocombustíveis permite reduzir o impacto ambiental causado por sua má disposição final e diminuir a emissão de gases de efeito estufa, outrora emitidos em larga escala pelo diesel convencional.

A reciclagem de resíduos de frituras vem ganhando espaço investigativo no Brasil, com proposição de metodologias de reciclagem apropriadas, destacando, entre outros, a produção de ésteres de ácidos graxos – os biocombustíveis – que não contribuem para a formação do *smog* fotoquímico, fenômeno caracterizado pela formação de substâncias tóxicas e irritantes na presença de energia solar. Esse aspecto positivo dos ésteres de ácidos pode ser explicado pelo fato de esses compostos não possuírem nitrogênio em suas estruturas. Convém ressaltar que também não apresentam enxofre e, dessa forma, não contribuem com fenômenos como o da acidificação das precipitações.

O descarte de óleos de fritura usados nas pias e vasos sanitários ou diretamente na rede de esgotos, além de provocar graves problemas ambientais, contribui para o mau funcionamento das estações de tratamento de águas residuais, o que representa desperdício de fonte de energia. Os óleos de frituras usados, se lançados na rede hídrica e nos solos, provocam a poluição de ambos. Se o produto for para a rede de esgoto, encarece o tratamento dos resíduos, e o que permanece nos rios impermeabiliza os leitos e terrenos adjacen-

tes, ocasionando enchentes, e obstrui os filtros de gorduras das estações de tratamento, tornando-se obstáculo para seu ótimo funcionamento (FELIZARDO, 2003).

O resíduo óleo de fritura usado pode ser processado de várias formas interessantes, entre as quais a produção de artigos de uso comum como sabão, lubrificante ou biocombustível. Nesse aspecto, deve-se levar em consideração que, do ponto de vista ambiental, sua utilização na produção de biocombustíveis é vantajosa. Além disso, em termos de recolhimento e recuperação, apresenta a melhor relação preço & eficácia.

Quercus (2002) relata que a produção de biodiesel, tendo como fonte os óleos alimentares usados, permite reutilizar e reduzir em 88% o volume desses resíduos, sendo 2% matéria sólida; 10%, glicerina, e 88%, éster com valor energético, ou seja, recupera-se um resíduo que, de outra forma, provocaria danos ao ser despejado nos esgotos. Segundo Peterson e Reece (1994), testes nas emissões mostraram diminuição de 54% em HC; 46%, de CO₂, e 14,7, de Nox, na utilização do biodiesel obtido de óleos de fritura usados, em comparação ao diesel convencional.

De acordo com Mittelbach e Tritthart (1988), o biodiesel resultante da transesterificação de óleos de fritura apresentou características bastante semelhantes aos ésteres de óleos, antes de sua utilização para fritura. Apesar de ser combustível oriundo de óleo parcialmente oxidado, suas características estão muito próximas às do óleo diesel convencional. Isso foi comprovado por meio da análise da curva de destilação, na qual se verificou que esse óleo apresenta, inclusive, boa homogeneidade.

2 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho, realizou-se estudo de caso com abordagem qualitativa complementado, posteriormente, com dados quantitativos. Segundo Gil (2002), um estudo de caso se caracteriza pela análise profunda e exaustiva de um ou poucos objetos, de modo que permita seu

amplo e detalhado conhecimento. Para Salomon (2001), enquanto os dados quantitativos de uma pesquisa são utilizados para descrever uma variável em relação à sua tendência central e frequência, os dados qualitativos são, basicamente, úteis para quem busca entender o contexto em que algum fenômeno ocorre.

Este estudo de caso iniciou-se em decorrência de oportunidade identificada para implantar o biodiesel como combustível em geradores de energia elétrica. Por meio de análise em diferentes setores da economia, foi possível identificar as praças de pedágio em estudo, objetos da pesquisa. Partiu-se, então, para os experimentos em laboratório, nos quais foram testados motores idênticos aos das praças de pedágio. Após a realização dos experimentos, os resultados foram avaliados e serviram de base para verificar a viabilidade de utilizar-se o biodiesel nessas praças.

3 Praças de pedágio estudadas

A empresa envolvida neste estudo de caso possui três praças de pedágio, cada uma com um gerador de energia elétrica capaz de suprir toda a demanda. Atualmente, os motores dos geradores são alimentados por óleo diesel e ligados apenas quinze minutos por dia para fins de teste, isto é, no restante do tempo, as praças utilizam a energia elétrica da concessionária. O consumo mensal de energia elétrica, conforme as médias anuais (Tabela 1), representa custo variável mensal de acordo com as médias anuais também apresentadas na Tabela 2.

A marca e o modelo dos motores dos geradores de cada praça de pedágio, assim como a capacidade máxima horária de geração de energia

Tabela 1: Características do consumo de energia elétrica por praça de pedágio

Praça de pedágio	Consumo médio mensal	Custo médio mensal
Praça 1	3.500,75 kVA	R\$ 1.208,28
Praça 2	3.280,25 kVA	R\$ 1.324,00
Praça 3	3.886,33 kVA	R\$ 1.576,37

Fonte: Os autores.

elétrica e o consumo de óleo diesel médio horário para atender à demanda das respectivas praças de pedágio, estão representados na Tabela 2.

Tabela 2: Características dos geradores de energia elétrica das praças de pedágio

Praça de pedágio	Marca/Modelo	Capacidade máxima	Consumo de óleo diesel
Praça 1	MWM\ D2296	81 kVA/hora	2,4 litros/hora
Praça 2	MWM\ D2296	81 kVA/hora	2,6 litros/hora
Praça 3	MWM S10T	180 kVA/hora	3,2 litros/hora

Fonte: Os autores.

4 Geradores de energia elétrica estudados

Testes com motores do mesmo modelo e marca dos usados nas praças foram realizados em bancada dinamométrica, utilizando somente o biodiesel B100, ou seja, aquele obtido do óleo de fritura já reaproveitado de uma rede de *fast-food*, sem misturas com o diesel convencional, o que proporciona maior vantagem econômica à empresa.

Como a análise se baseia, fundamentalmente, na questão econômica e ambiental, os testes nos motores se limitaram ao consumo de diesel e biodiesel e na emissão de ambos, tendo sido realizados durante 40 horas com um grupo gerador de 81 kVA/hora e com outro de 180 kVA/hora de potência nominal, respectivamente, para operação contínua. Os geradores eram equipados com motores MWM D2296 e MWM S10T.

As emissões gasosas foram avaliadas por um analisador contínuo de gases marca Tempest, modelo 100. As concentrações medidas foram CO₂, HC, NO_x. Para análise dos resultados, utilizou-se um estudo elaborado pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ, que indicou US\$0,25 como custo médio de produção por litro de biodiesel, a partir do óleo de fritura. O baixo custo se deve ao fato de que o óleo de fritura, em geral, é obtido gratuitamente de restaurantes, lanchonetes e outros estabelecimentos.

5 Resultados e discussões

5.1 Prospecções das vantagens econômicas do uso do biodiesel

A partir dos rendimentos obtidos dos motores em bancada, pôde-se observar que o consumo de biodiesel aumentaria em relação ao diesel convencional, nas praças de pedágio (Tabela 3). De acordo com os dados coletados e analisados, observou-se também que o desempenho do motor operando com os dois combustíveis. O biodiesel testado mostrou breve desvantagem em relação ao consumo específico diante do diesel. Esse fato pode ser explicado, porque o poder calorífico do biodiesel é inferior ao do diesel fóssil.

Tabela 3: Diferença de consumo dos geradores de energia elétrica quando abastecidos com diesel e biodiesel

Praça de pedágio	Marca \ Modelo	Consumo de óleo diesel	Consumo de biodiesel B100
Praça 1	MWM \ D2296	2,4 litros/hora	2,52 litros/hora
Praça 2	MWM \ D2296	2,6 litros/hora	2,73 litros/hora
Praça 3	MWM \ S10T	3,2 litros/hora	3,59 litros/hora

Fonte: Os autores.

Já no aspecto econômico, considerando-se o valor do diesel, tomando-se como referência abril de 2007 (ANP), cotação do dólar do dia 24 de abril, verificou-se que a geração de energia a partir do diesel convencional não é economicamente viável, pois a empresa não possui tarifação diferenciada nos horários de ponta, mas tarifa energética constante como um consumidor doméstico convencional. O uso de geradores a diesel torna-se atraente para os consumidores que optam pela tarifação horo-sazonal, que estabelece um custo de energia bastante alto no horário de ponta, e bastante baixo, no horário fora de ponta, bem como um único valor de demanda contratada, podendo, portanto, proporcionar maior redução de custos, desde que a empresa não opere no horário de ponta e sua energia seja obtida de geradores a diesel.

No entanto, em razão do baixo ou inexistente valor da matéria-prima do biodiesel em questão, sua geração se mostrou viável à empresa se comparado ao consumo energético advindo das concessionárias, já considerando os rendimentos respectivos (Tabela 4).

Tabela 4: Comparação de custos entre as fontes de energia elétrica, de diesel e de biodiesel

Praça de pedágio	Custo com a fonte: energia elétrica	Custo com a fonte: diesel	Custo com a fonte: biodiesel
Praça 1	R\$ 1.208,28	R\$ 3.214,08	R\$ 919,90
Praça 2	R\$ 1.324,00	R\$ 3.481,92	R\$ 997,54
Praça 3	R\$ 1.576,37	R\$ 4.298,83	R\$ 1.310,49

Fonte: Os autores.

Para completar o estudo da viabilidade econômica em questão, foi necessário ainda considerar alguns custos na geração de diesel/biodiesel, tais como:

- Custo de manutenção: cálculos feitos por meio do aplicativo *Life Cycle Cost*, da Cummins, apontam para US\$12,00 (em média) por MWh gerado, para as máquinas acima de 500kW, podendo oscilar em torno de US\$ 4,00 (R\$ 8 a R\$16). Inclui deslocamentos do mecânico até 50 km da sede, revisões periódicas de 250, 500, 1000, 5000 e 10000 horas de operação.
- Consumo de lubrificante: considerando 0,3% do consumo do combustível para 0,27 litros de combustível, temos 0,0008 litros por kWh ou 0,81 litros por MWh. Ao custo de R\$ 4,50 por litro, resulta em R\$ 3,65 por MWh (dados de novembro de 2006).

Assim, obteve-se um custo extra de R\$ 73,50, para a praça 1; de R\$ 80,22, para a 2, e de R\$ 81,48, para a 3, variando entre a geração de diesel e biodiesel, em razão de suas diferentes propriedades.

5.2 Prospecção das vantagens ambientais do uso do biodiesel

Com base nos resultados das medições, verificou-se redução do uso do biodiesel obtido do

óleo de fritura usado, em comparação ao diesel convencional (Tabela 5).

Tabela 5: Diminuição das emissões nos motores testados com o biodiesel B100 em comparação ao diesel

Praça de pedágio	CO2	HC	NOX
Praça 1	-43%	-37%	-13,4%
Praça 2	-43%	-37%	-13,4%
Praça 3	-40,7%	-39%	-12,1%

Fonte: Os autores.

Além da redução das emissões dos poluentes CO₂, HC e Nox, que contribui para mitigar o efeito estufa, o emprego do biodiesel como combustível, em substituição total ou parcial ao diesel, também está associado a outros relevantes benefícios, como redução das emissões de enxofre e de compostos aromáticos tóxicos (como o benzeno), pois o biodiesel não contém esses contaminantes.

Observou-se um leve odor do óleo de frituras expelido pelo escapamento, verificando-se a notável diferença em relação à emissão de fumaça, cuja redução média foi 36% no motor equivalente da praça 1, e 40,5%, no da praça 2, medido em escala Bosch.

A obtenção desse tipo de energia por meio de geradores também faz as empresas contribuírem para a preservação do meio ambiente. No entanto, se o consumo de energia fornecida pelas concessionárias aumentar a ponto de o sistema não conseguir acompanhar tal demanda, novas usinas para geração de energia, inclusive hidrelétricas, terão de ser construídas, prejudicando o meio ambiente. Os impactos advindos da utilização do diesel fóssil podem ser mitigados pela utilização de combustíveis limpos, como o biodiesel obtido do óleo de fritura usado.

Leite (2005) afirma que a implantação de hidrelétricas pode provocar impactos ambientais na hidrologia, no clima, na erosão, no assoreamento, na sismologia, na flora, na fauna e na alteração da paisagem. Acrescente-se a isso a inundação de cidades, ocasionando o deslocamento de populações, o eventual mau uso da água – bem de múltipla utilização – e a possibilidade de emissão de gás

metano pela decomposição orgânica decorrente dos alagamentos.

Atualmente, as áreas consideradas de preocupação ambiental são aquelas em que há poluição da água, do ar, visual e sonora ou por resíduo sólido e perigoso. É preciso, a qualquer custo, otimizar o uso da energia, da água e da matéria-prima como forma de manutenção da biodiversidade do planeta, com a manutenção da qualidade dos mananciais, do solo e do ar, por meio da conservação, e do uso parcimonioso das fontes de energia não-renováveis.

Ferraz et al. (1995) demonstram que, dada a capacitação produtiva e tecnológica do país, a questão ambiental oferece a oportunidade de as empresas se tornarem ambientalmente responsáveis perante a sociedade.

6 Considerações finais

A utilização de biodiesel como combustível tem apresentado potencial promissor em todo o mundo, em primeiro lugar, por sua enorme contribuição ao meio ambiente, com redução qualitativa e quantitativa dos níveis de poluição ambiental; em segundo, como fonte estratégica de energia renovável, em substituição ao óleo diesel e a outros derivados do petróleo.

A auto-suficiência energética obtida de geradores a diesel é alternativa que visa a benefícios não só econômicos, mas também ambientais. Entretanto, é preciso uma visão sistêmica por parte das empresas para verificar se esse tipo de geração se apresenta economicamente viável; além disso, é necessário procurar alternativas aos combustíveis fósseis. O biodiesel gerado de óleos alimentares usados, destinado à substituição do diesel convencional nos geradores, constitui ótimo exemplo dessa gestão ambiental ampla que deve vigorar.

Constatou-se, com base nos resultados deste estudo, que a obtenção de energia por meio de geradores a diesel, utilizando biodiesel oriundo do óleo de fritura usado, pode ser alternativa viável tanto econômica quanto ambientalmente. O óleo de fritura é resíduo que pode ser facilmente obtido. Conforme Costa Neto (2000), estima-se

que só nos restaurantes industriais da região metropolitana de Curitiba são mensalmente geradas cerca de 100 toneladas de óleos de fritura, cujos destinos, muitas vezes, são as redes de esgoto, os rios e riachos, o que acaba causando prejuízos tanto econômicos quanto ambientais.

Considera-se que dois terços do preço final da produção do biodiesel derivem do custo da matéria-prima; dessa forma, o biodiesel produzido dos óleos de fritura usados pode tornar-se combustível de baixo custo e com inúmeras vantagens ambientais. No entanto, é fundamental continuar a investigação nesse campo de tecnologia para que métodos eficazes de produção de combustível limpo sejam cada vez mais difundidos.

O enorme volume de resíduos produzidos nos centros urbanos é insustentável, daí a imperiosa necessidade de reduzir tal volume de resíduos e de encontrar soluções criativas para sua utilização. No Brasil, boa parte do que é gerado não é coletado e, do coletado, a maior parte não é disposta de forma adequada, agravando a situação.

Concluiu-se, neste estudo, que o meio ambiente pode andar de mãos dadas com a economia. Para isso, basta que passemos a conhecer e entender os impactos ambientais, possibilitando a evolução gradativa da qualidade dos produtos e, conseqüentemente, criando novas oportunidades para as empresas.

Economical and environmental analysis of biodiesel obtained through used fried oil in toll plazas

In this article, the aim is to demonstrate the economic viability and environmental advantages of diesel replacement for biodiesel, obtained by used fried oil to be used in power generators. To reach these goals, a study was performed in three toll plazas with diesel power generators in the state of Rio Grande do Sul. The technical parameters for the study of diesel power generators were obtained from experiments conducted by the research group to guide the study. The results have appointed that biodiesel can be used as a substitute for diesel generators in the toll plazas, leading to economic and environmental advantages.

Thus, the study provided a better understanding on the proposed subject, showing the importance of renewable energy sources towards environmental, political and economic events.

Key words: Alternative sources of energy. Biodiesel. Power generators.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (QUERCUS) Centro de Informação de Resíduos. *Estratégia para gestão de óleos alimentares usados*. Portugal, 2002.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA (CEPLAC). Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br>>. Acesso em 4 de jan. 2008.

CORRÊA, J. M.; FARRET, F. A. & CANHA, L. N. *An Analysis of the Dynamic Performance of Proton Exchange Membrane Fuel Cells Using an Electrochemical Model*. IEEE IECON'01, p. 141-146, 2001.

COSTA NETO, P. R; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G.; RAMOS, L. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. *Química Nova*, v. 23 n. 4, p. 531-537, 2000.

FELIZARDO, P. M. *Produção de biodiesel a partir de óleos usados de fritura*. Relatório de estágio. Lisboa: IST, 2003.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D. & HAGUENAUER, L. *Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria*. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

FREEDMAN, B.; BUTTERFIELD, R. O.; PRYDE, E. H. J. *Am. Oil Chem. Soc.* 63, p. 1375. [s.l.], 1986.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LAFORGIA, D.; ARDITO V.; INSTITUTO DI MAMACCHINE ED ENERGÉTICA, POLYTECHINE OF BARI, ITALY. *Biodiesel fueled IDI Engines: Performances, Emissions and heat release investigation*; 1994. 6f. Artigo.

LEITE, M. A. *Impacto Ambiental das Usinas Hidrelétricas*. *Semana do Meio Ambiente*, 2., Unesp. Ilha Solteira, jun. 2005.

MITTELBACH, M.; TRITTHART, P. J. Diesel Fuel Derived from Veg-etable Oils. *Am. Oil Chem. Soc.*, 65, 1185, [s.l.], 1988.

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

PETERSON, C. L.; REECE, D. L. *Emissions tests with an on-road vehicle fueled with methyl and ethyl esters of rapeseed oil*. ASAE paper n. 946532. ASAE, St. Joseph, MI. 1994.

ROSA, L. P. et al. Geração de Energia a partir de Resíduos Sólidos Urbanos e Óleos Vegetais. In: TOLMASQUIM, M. T. (Coord.) *Fontes Alternativas de Energia no Brasil – CENERGIA*. 1a Ed. Editora Interciência. 515 p., 2003.

SALOMON, D. V. *Como fazer uma monografia*. 10. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

Recebido em: out. 2007 / aprovado em: nov. 2007

Para referenciar este texto

CASTELLANELLI, C. A. et. al. Análise ambiental e econômica do biodiesel obtido por meio do óleo de fritura usado em praças de pedágio. *Revista Gerenciais*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 165-173, 2007.

