



Revista Ceres

ISSN: 0034-737X

ceresonline@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa
Brasil

Alvarenga, Betânia Mara; Soares, Marcos Antônio
Potencialidade de produção de biodiesel por óleos e gorduras residuais¹ na cidade de Itabira-MG
Revista Ceres, vol. 57, núm. 6, novembro-diciembre, 2010, pp. 721-729
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226812004>

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

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Potencialidade de produção de biodiesel por óleos e gorduras residuais¹ na cidade de Itabira-MG

Betânia Mara Alvarenga², Marcos Antônio Soares³

RESUMO

Grande parte da energia produzida no Brasil provém de fontes renováveis. Porém, as energias não-renováveis são mais utilizadas, em especial o petróleo, cujas reservas são finitas. Uma alternativa para substituição do diesel é o biodiesel, biocombustível produzido por fontes renováveis ou recicladas, como óleos e gorduras residuais, OGRs, que geram menos poluentes que os combustíveis derivados do petróleo. O objetivo deste trabalho foi verificar, por meio de questionário, a geração de OGRs pelos estabelecimentos comerciais da cidade de Itabira-MG, de forma a avaliar e discutir a potencialidade de produção de biodiesel na localidade em função da oferta de OGRs, retorno financeiro e fatores logísticos. Para isso, na Prefeitura de Itabira foram levantados dados de todos os estabelecimentos que possuem alvará de funcionamento, escolhendo-se os que estão localizados em áreas centrais da cidade. Verificou-se a geração de quantidades insuficientes de óleo de soja e de gordura hidrogenada residuais, inviabilizando no momento a produção de biodiesel em grande escala. Contudo, em relação à simulação feita com os custos de produção do biocombustível, os valores encontrados são compatíveis aos do mercado consumidor. Além disso, um dado preocupante levantado foi a doação dos óleos de soja residuais para a reutilização por pessoas carentes da cidade, um destino perigoso à saúde dessas pessoas.

Palavras-chave: Biocombustível, disponibilidade, viabilidade.

ABSTRACT

Potential for biodiesel production from waste cooking oils and fats in Itabira, MG

Much of the energy produced in Brazil comes from renewable sources. However, non-renewable energy are being used, especially oil, whose reserves are finite. An alternative fuel to diesel is biodiesel, a biofuel produced from renewable and recycled sources such as waste cooking oils and fats that emit fewer pollutants than petroleum-based fuels. The aim of this study was to survey, using questionnaires, the availability of waste cooking oils and fats from restaurants, snack bars, bakeries and industries in Itabira-MG, to evaluate and discuss the potential of biodiesel production according to supply, profitability and logistics aspects. Data on all establishments that have permits to operate were obtained from the City council and those located in central areas of the city were chosen for the survey. The results indicated that there is not a sufficient amount of waste cooking oils and fats to produce biodiesel in a large scale. The simulation done with the cost of biofuel production, however, showed that the values are compatible to the consumer market. Moreover, a concern that was raised was the donation of waste cooking oil to needy people of the city, a destination dangerous to their health

Key words: Biofuel, feasibility, supply.

Recebido para publicação em setembro de 2009 e aprovado em outubro de 2010

¹ Trabalho de conclusão de curso

² Bióloga. Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira-FUNCESI, Rodovia MG 129, Córrego Seco, Bairro Areão, 35900-842, Itabira, Minas Gerais, Brasil. betania.alvarenga@gmail.com

³ Biólogo, Doutor. Instituto de Biociências, Departamento de Botânica e Ecologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida Fernando Corrêa da Costa, nº 2367, Bairro Boa Esperança, 78060-900, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. drmasoares@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

No século XIX, o inventor do motor diesel, Rudolf Diesel, utilizou em um de seus experimentos óleo de amendoim como combustível. Por volta de 1911, ele já afirmava que o motor diesel poderia ser alimentado por óleos vegetais (Coelho, 2007).

No Brasil, o conde Francisco Matarazzo foi um dos pioneiros nas pesquisas com biocombustíveis (combustíveis produzidos a partir de óleos vegetais), em que nos anos 1960 produzia óleo com grãos de café. O óleo retirado do café era lavado com álcool de cana-de-açúcar para remover todas as suas impurezas. Essa reação liberava a glicerina e tinha como produto um éster etílico, hoje conhecido como biodiesel (Lucena, 2004).

Em 2004, o Governo Federal lançou o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), objetivando estimular a produção do combustível por várias fontes oleaginosas e garantindo inclusão social, proteção ao meio ambiente e preços competitivos. Com a criação da Lei 11097/05, a produção de biodiesel foi iniciada e também foi definida a adição de 2% do biocombustível ao diesel mineral (Coelho, 2007).

O biodiesel foi definido pela National Biodiesel Board dos Estados Unidos como o derivado monoéster alquílico de ácidos graxos, proveniente de fontes renováveis como óleos vegetais ou gordura animal, cuja utilização está associada à substituição de combustíveis fósseis em motores de ignição por compressão - motores do ciclo Diesel (Costa Neto & Rossi, 2000).

O biodiesel pode ser obtido por várias oleaginosas, que são de grande importância como fonte renovável de energia e de matéria-prima para a indústria oleoquímica, como: soja, colza, canola, mamona, andiroba, girassol, pequi, milho, macaúba, algodão, babaçu, palma (dendê), nabo forrageiro, licuri, amendoim, óleos de fritura (vegetal ou animal), além de algumas frutas da Amazônia, como buriti, pataú e murumuru (Simioni, 2006).

O biocombustível surge como alternativa ao diesel por ser renovável, ser fabricado por diversas matérias-primas, possuir custo relativamente baixo, não poluir o ambiente e não contribuir para o aumento do efeito estufa, porque permite o ciclo fechado do carbono, onde ele é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor (Cunha *et al.*, 2007).

Existem algumas rotas tecnológicas de produção do biodiesel, como o craqueamento, a esterificação e a transesterificação. O craqueamento ou pirólise ocorre em temperatura acima de 350 °C, utilizando ou não um catalisador, em que a quebra das moléculas dos triglicerídeos leva à formação de uma mistura de hidrocarbonetos e compostos oxigenados lineares ou cíclicos (Suarez *et al.*, 2007). A esterificação é uma reação de ésteres através

de ácidos graxos e álcool, utilizando catalisadores ácidos, básicos ou enzimáticos. Na catálise ácida o próton ataca a carbonila do ácido graxo, formando um centro deficiente em elétrons, no respectivo carbono. Depois, o oxigênio do álcool, com capacidade de doar elétrons se liga ao carbono deficiente de elétrons (Cardoso, 2008).

A transesterificação (Figura 1) é o processo mais utilizado atualmente para a produção do biodiesel, e consiste numa reação química dos óleos vegetais ou gorduras animais com um álcool de cadeia curta, em presença de um catalisador. O catalisador da reação pode ser homogêneo ou heterogêneo, ácido e básico ou enzimático (Felizardo, 2003).

Os alcoóis mais utilizados são o etanol e o metanol. O metanol é mais empregado, por não possuir água em sua composição, o que facilita a separação entre os ésteres e a glicerina (Felizardo, 2003).

Como produto da reação surgirá um monoéster com características muito semelhantes ao diesel - o biodiesel. Haverá também a formação de glicerina como subproduto, que deverá passar pelo processo de separação junto com o biodiesel (Oliveira, 2004). Os ésteres são lavados para a retirada de impurezas, como restos de sabão e glicerina. Depois, o biodiesel é seco antes de ser armazenado (Felizardo, 2003).

No Brasil, há vários projetos como a reciclagem de papel, plásticos, metais, óleos lubrificantes de automóveis e bagaço de cana. Apesar disso, ainda há muito que fazer para melhorar o aproveitamento das várias matérias-primas residuais. A maioria dos resíduos é descartada de forma incorreta, poluindo lençóis freáticos, o solo e o ar. Os óleos vegetais usados nas frituras são exemplos de resíduos que geram riscos ambientais, atingindo níveis alarmantes (Costa Neto & Rossi, 2000).

As grandes indústrias alimentícias vendem o óleo usado para a produção de sabão, massa de vidraceiro e fabricação de ração animal. Grande parte do óleo vegetal usado não é coletado e acaba sendo descartado na rede de esgoto ou diretamente no solo (Costa Neto & Rossi, 2000).

As taxas de conversão dos óleos e gorduras residuais - OGRs em biodiesel são bastante promissoras. No trabalho de Rabelo *et al.* (2001), efetuou-se reação de transesterificação, utilizando-se 2.500 mL de OGR, sendo o volume médio obtido do produto de 2.450 mL, alcançando um rendimento de 98%. Vale ressaltar que o equipamento utilizado na reação influencia seu rendimento.

Também Souza (2006) fez 15 experimentos utilizando quantidades diferentes de catalisador e álcool reagindo com 100 g de OGRs e obteve bons resultados, que serão utilizados neste trabalho.

A cidade de Itabira, em Minas Gerais, está localizada a 99 km da capital Belo Horizonte. Possui uma área de 1.256,50 km² e altitude de 779 m. A população total é de

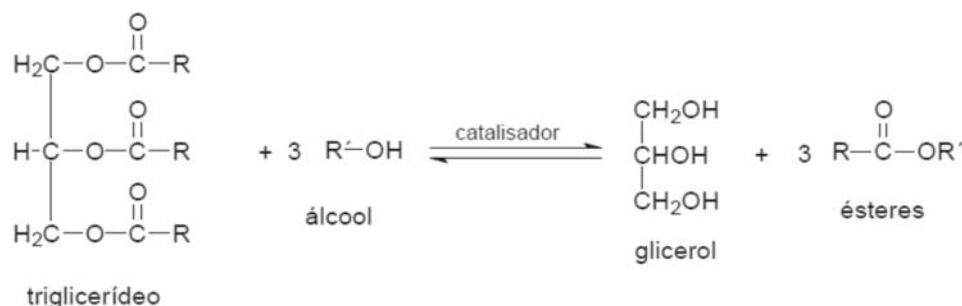


Figura 1. Reação de transesterificação.

Fonte: Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel por meio de transesterificação de óleo de soja usado em frituras (Costa Neto & Rossi, 2000).

105.199 habitantes, sendo 97.443 na área urbana e 7.571 na rural (IBGE, 2007). Há certa discrepância em relação ao valor total da população divulgado e a soma das populações urbana e rural. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, essa grande diferença é devida ao número de domicílios fechados.

As principais atividades econômicas na cidade são as indústrias de mineração e metalurgia, influenciadas pela presença de uma mineradora que participa ativamente da economia da cidade com geração de emprego e renda.

O objetivo deste trabalho foi verificar se a quantidade de óleos e gorduras residuais utilizada em estabelecimentos comerciais na cidade de Itabira é suficiente para produzir biodiesel. Para isso, deve-se levantar o número dos estabelecimentos que utilizam óleo ou gordura na cidade, quantificar o volume de óleos e gorduras residuais, o destino dado a eles e estimar a quantidade de biodiesel que poderá ser gerado a partir desses óleos e gorduras.

MATERIAL E MÉTODOS

Levantamento dos estabelecimentos

Os estabelecimentos que geram óleos e gorduras residuais foram estimados por uma pesquisa nos arquivos do setor de Tributação da Prefeitura Municipal de Itabira. Esse setor possui um sistema com os cadastros de todos os estabelecimentos que possuem alvará de funcionamento, mostrando a razão social e o endereço, classificando-os quanto ao tipo.

Aplicação de questionário aos estabelecimentos produtores de OGRs

Um questionário para avaliação do perfil dos estabelecimentos produtores de OGRs foi aplicado aos donos e/ou empregados. Os endereços dos estabelecimentos escolhidos foram obtidos no setor de Tributação da Prefeitura Municipal de Itabira. Critérios como porte e localização desses estabelecimentos foram utilizados na sua escolha.

Antes de aplicação do questionário, explicou-se para a pessoa entrevistada os objetivos do trabalho e assegurou-se o seu anonimato. Uma carta de livre esclarecimento e consentimento foi assinada por cada entrevistado.

O questionário foi elaborado de forma a obter dados referentes à quantidade e qualidade do consumo, além da geração de OGRs nesses estabelecimentos e o destino dado a eles pelos estabelecimentos.

Estimativa de produção de biodiesel na cidade de Itabira/MG

De acordo com as quantidades de OGRs encontradas nos estabelecimentos de Itabira, estimou-se a produção de biodiesel utilizando a média obtida dos resultados das reações do trabalho de Souza (2006). Nesse trabalho, o autor realizou uma pesquisa de campo nos estabelecimentos comerciais de Itajubá-MG, a fim de se obterem dados a respeito de como o OGR é tratado após o uso e também se existe a possibilidade de matéria-prima para a realização dos experimentos. Foram feitas 15 reações de transesterificação com combinações diferentes de catalisadores para analisar qual deles apresentaria o maior rendimento. Para todos os testes utilizaram-se as mesmas quantidades de OGR (100 g) e de álcool (50 g). O rendimento da média das reações foi de 68,18%.

100 g OGR + 50 g metanol → 79,10 g biodiesel + 23,79 g glicerina

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estabelecimentos produtores de OGRs segundo levantamento na Prefeitura de Itabira

Foram encontrados 103 estabelecimentos regularmente registrados com alvará de funcionamento no setor de Tributação da Prefeitura Municipal de Itabira. O próprio sistema da Prefeitura classifica os estabelecimentos em restaurantes, lanchonetes, fábricas de salgados e batatas, padarias e *buffets*.

Perfil dos estabelecimentos produtores de OGRs na cidade de Itabira

Dos 103 estabelecimentos obtidos, foram escolhidos 50 ocorrendo maior incidência de lanchonetes, restaurantes e panificadoras; e em menor frequência estão as indústrias e *buffets*, como mostra a Figura 2.

A estratégia da escolha dos 50 estabelecimentos entrevistados foi direcionada não só aos estabelecimentos de maior representatividade, mas também priorizando aqueles que se concentravam em uma região específica; nesse caso, a região central da cidade. O objetivo é uma logística de coletas nesses estabelecimentos, para facilitar a aquisição de OGRs caso se implantasse uma rede de coletas em Itabira. Segundo Hocevar (2005), um dos entraves relacionados à produção de biodiesel por OGRs se relaciona com a coleta em regiões distantes umas das outras e também às quantidades de OGRs que os estabelecimentos dessas regiões produzem, às vezes insuficientes, tendo que ser coletados em vários pontos da cidade.

Tendo como base que o biodiesel pode ser obtido a partir de óleos ou gorduras residuais, procurou-se averiguar os tipos de matéria-prima utilizada nesses estabelecimentos e verificou-se que todos utilizam óleo de soja ou gordura vegetal hidrogenada ou os dois juntos. De acordo com a Figura 3, a maioria desses locais utiliza somente óleo vegetal e a minoria, gordura hidrogenada. Uma pequena parcela assumiu a utilização desses dois tipos de triacilgliceróis. Não foram encontradas ocorrências de uso de gordura animal e nem qualquer outro tipo de óleo vegetal, como girassol, canola, milho e amendoim.

De acordo com a média de preços encontrada nos supermercados de Itabira, o óleo de soja novo custa R\$ 3,60 o recipiente de 900 mL, enquanto a caixa de 500 g da gordura vegetal hidrogenada é adquirida por R\$ 4,50. Isso pode ajudar a explicar o porquê da maior compra de óleo de soja pelos estabelecimentos de Itabira, já que ele é mais barato e vem em maior quantidade do que a gordura, apesar de ser mais susceptível à rancidez oxidativa.

Merece destaque o trabalho de Pinto *et. al* (2003), em que seus experimentos demonstraram que a gordura ve-

getal hidrogenada, após processo de fritura de batatas, apresentou menor índice de acidez e de formação de peróxidos em relação a outros óleos vegetais. Porém, observou-se aumento na incorporação de gordura na batata conforme maior grau de saturação da gordura utilizada na fritura. Consequentemente, de acordo com a análise sensorial, essas batatas obtiveram menor crocância e maior residual de gordura, comparando-se com os óleos vegetais.

Em relação ao material descartado, apurou-se com os entrevistados qual era o fim dado aos resíduos e com que frequência esses resíduos eram descartados.

Conforme Figura 4A, a maior parte dos OGRs (76%) é destinada para doação com diferentes utilidades. Do volume total doado pelos estabelecimentos, verifica-se que uma parcela razoável é reutilizada e outra é para a produção de sabão.

Detectou-se um possível impacto ambiental causado pelo descarte de 8% do volume de OGRs gerados nos estabelecimentos entrevistados. Os entrevistados assumiram descartar diretamente os OGRs no esgoto. Existem ainda comerciantes que se beneficiam com a venda de OGRs, como afirmam 8% dos entrevistados.

A falta de gerenciamento no destino dos OGRs leva ao descarte diretamente desses no sistema de esgoto da cidade, o que pode causar problemas ambientais. Raunkjar *et al.* (1994) afirma que os lipídeos (caracterizados por óleos, graxas, gorduras e ácidos graxos livres), juntamente com as proteínas e os carboidratos, compõem os principais compostos orgânicos encontrados em água residuária de diversas indústrias de alimentos. Mongkolthanaruk & Dharmisthiti (2002) comprovam que os lipídeos podem causar sérios danos ao meio ambiente, como a formação de filmes de óleo nas superfícies aquáticas, impedindo a difusão de oxigênio do ar para

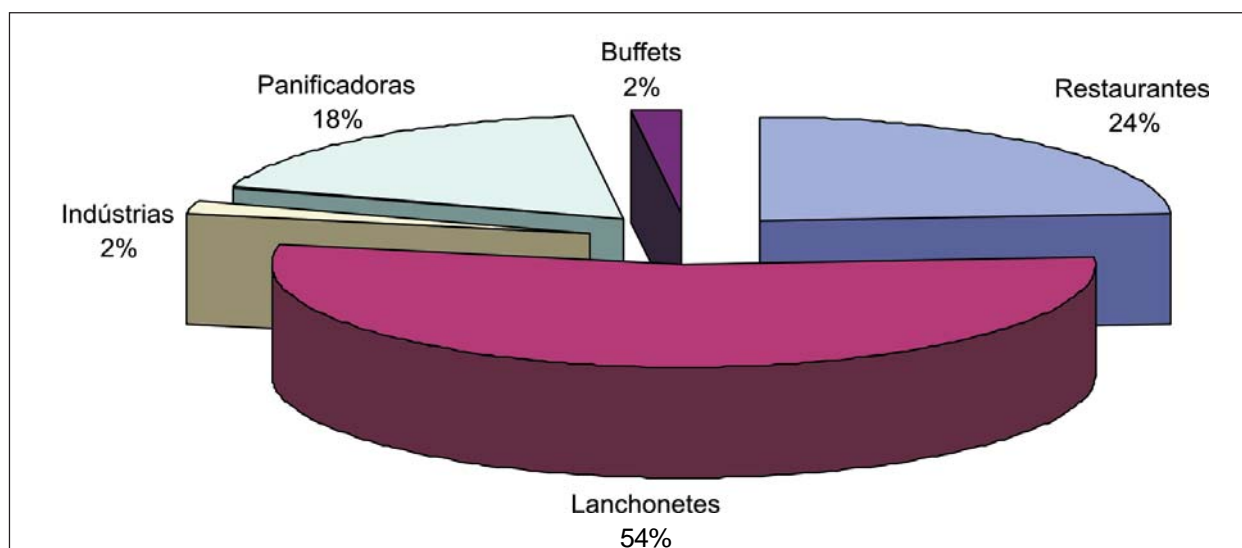


Figura 2. Espaço amostral da pesquisa.

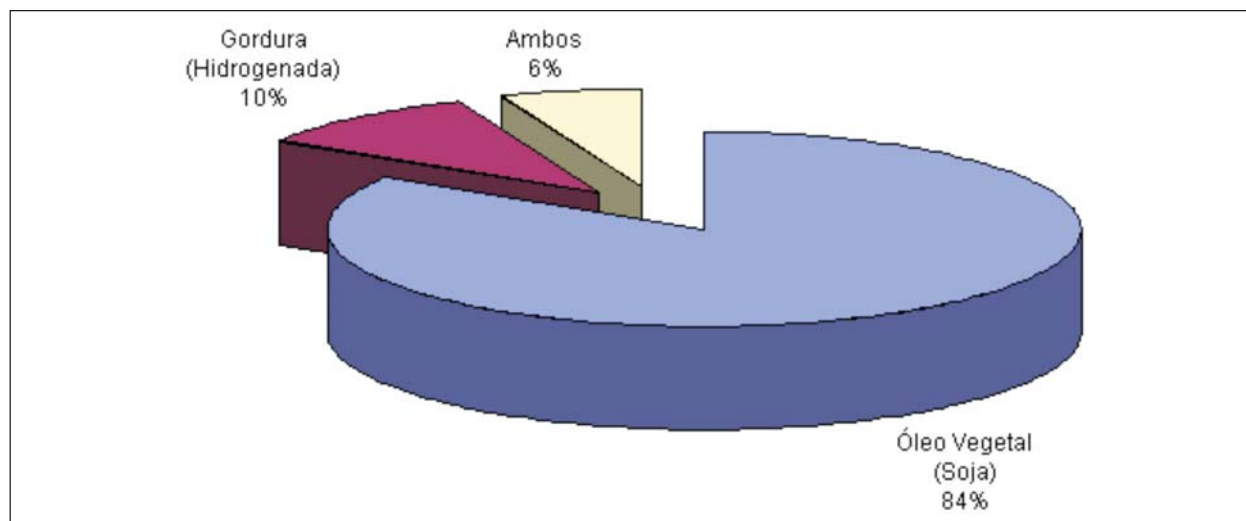


Figura 3. Tipo de triacilglicerol utilizado nos estabelecimentos entrevistados em Itabira.

este meio, o qual promoverá a morte de espécies que vivem nessa água.

Esses lipídeos despejados nos efluentes representam uma perda industrial importante, pois poderiam ser convertidos em biodiesel, ou mesmo em sabão, e, além disso, interferem de forma negativa no tratamento desses efluentes (Mendes *et al.*, 2005). Outro dado preocupante levantado foi a doação dos óleos de soja residuais para a reutilização por pessoas carentes da cidade. Dos entrevistados, 42% informaram que muitas pessoas pedem o óleo que já foi utilizado para ser reutilizado por elas. Conforme Sanibal & Filho (2006) durante o processo de fritura os óleos e gorduras são expostos a vários fatores que modificam suas propriedades físicas e químicas, como a alta temperatura e a rápida transferência de calor, fazendo com que os OGRs sofram oxidação.

A rancidez, seja hidrolítica ou oxidativa, é a deterioração dos lipídios e constitui-se em um dos problemas técnicos mais importantes na indústria de alimentos. A deterioração oxidativa tem como consequência a destruição das vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais, além da formação de subprodutos com sabor e odor fortes e desagradáveis (peróxidos, epóxidos, hidróxidos, dienos conjugados). A rancidez hidrolítica resulta da hidrólise da ligação éster por lipase ou a umidade se dá em altas temperaturas, produzindo ácidos graxos livres (responsáveis pelo sabor e odor desagradáveis), monoacilgliceróis e diacilgliceróis; ela é acelerada por luz e calor (Bobbio & Bobbio, 2001). Segundo Eder (1999) há provas de que animais de laboratório alimentados com óleos ou gorduras exaustivamente processados em fritura podem possuir alterações metabólicas, como perda de peso, diminuição do tamanho do fígado e dos rins, má absorção de gordura, aumento da taxa de colesterol no fígado e redução da fertilidade.

Sabendo-se o destino dos resíduos, foi apurada a frequência com que o descarte ocorria. De acordo com a Figura 4B, a maioria dos estabelecimentos tem descarte semanal, seguido daqueles que descartam mensalmente e por fim e em minoria estão os estabelecimentos com descarte diário de OGRs.

A determinação do momento do descarte do resíduo provoca impactos econômicos, pois gera maiores custos quando o óleo for descartado muito cedo, mas também há perda da qualidade do alimento se descartado tardiamente. Não há no Brasil nenhuma norma que defina legalmente o monitoramento de descarte, apenas há observação de alguns itens físico-químicos do produto, como a alteração de cor, presença de fumaça e de espuma e alterações no aroma e sabor (Sanibal & Filho, 2006).

Potencial de produção de biodiesel na cidade de Itabira utilizando-se OGRs

Para estimar a produção de biodiesel é necessário saber a quantidade de óleos e gorduras residuais que é gerada.

Comparando-se a quantidade de óleo e de gordura comprada/mês, observa-se que a de óleo de soja representa a maior parcela de compra pelos estabelecimentos, conforme Figura 5 A e B (barras azuis). Esse dado já era esperado, devido à maioria dos estabelecimentos preferirem utilizar esse tipo de triacilglicerol.

Após entrevista, verificou-se que o percentual de descarte para a produção de sabão e outros fins da gordura hidrogenada é maior do que o óleo de soja em relação ao que é inicialmente comprado, conforme Figura 5 A e B (barras vermelhas).

Para estimar o número de reutilização de óleo (Figura 6A) e gordura (Figura 6B), questionou-se os entrevistados quantas vezes em média os produtos eram utilizados antes do descarte. Verificou-se que em 35% dos estabele-

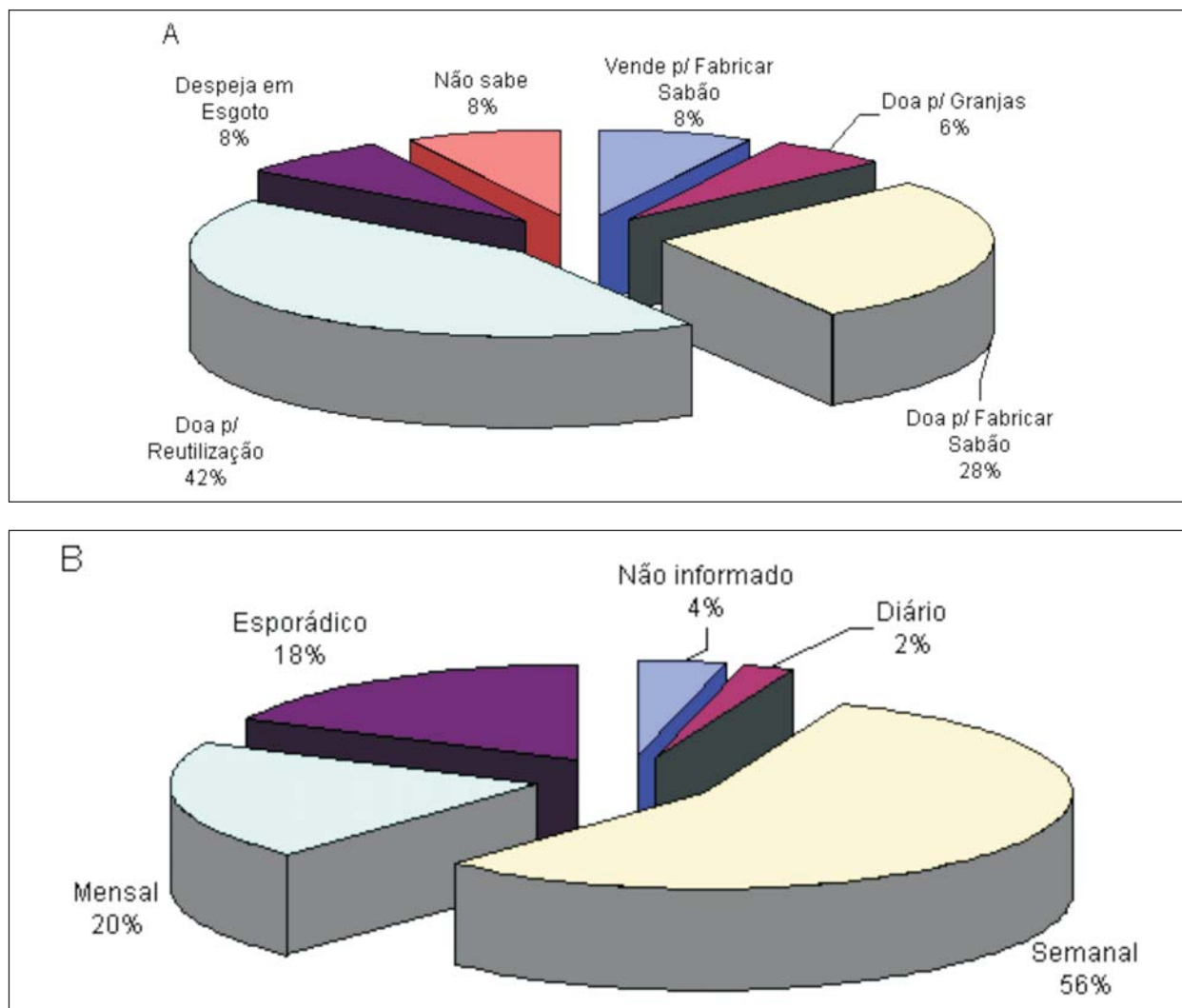


Figura 4. Destino dado aos OGRs produzidos pelos estabelecimentos entrevistados de Itabira (A) e frequência que os mesmos descartam os OGRs (B).

cimentos entrevistados reutilizam o óleo de soja de três a quatro vezes, enquanto em 49% deles utilizam a gordura hidrogenada de duas a três vezes, demonstrando que a reutilização do óleo de soja é maior do que a gordura.

A estimativa da produção de biodiesel seguiu os parâmetros propostos no trabalho de Souza (2006):

100 g OGR + 50 g metanol \rightarrow 79,10 g biodiesel + 23,79 g glicerina

O produto desta reação foi utilizado para projetar o potencial de Itabira para produção de biodiesel, com base nas quantidades de óleo de soja e gordura residuais que são descartados mensalmente por meio do levantamento obtido pelo questionário a cerca dos 50 estabelecimentos comerciais de Itabira.

A Figura 5 ilustra que a quantidade descartada mensalmente pelos estabelecimentos é de 1.820 litros de óleo vegetal e 1.699 kg de gordura hidrogenada. Para encontrar o volume de óleo, deve-se fazer a transformação de

litro para quilograma, considerando-se que a reação de Souza (2006) está em gramas. Para isso, necessitou-se da densidade do óleo de soja. De acordo com o Ministério da Agricultura, em norma definida e publicada no Diário Oficial de 1993, o óleo de soja deve possuir densidade de 0,922 kg/L. Este valor é referente ao óleo novo, o uso altera sua densidade, mas será utilizado como referência para o cálculo. Portanto, o volume de óleo descartado mensalmente é equivalente a 1.678,04 kg.

Fazendo-se a proporção em relação a 50 g de metanol utilizados na reação de Souza (2006) para 100 g de óleo residual, tem-se 83×10^4 g de metanol. Deve-se encontrar $132,7 \times 10^4$ g de biodiesel e $39,96 \times 10^4$ g de glicerina a partir da quantidade de óleo de soja residual encontrada nos estabelecimentos de Itabira, conforme visto na equação a seguir:

168×10^4 g de óleo residual + 83×10^4 g de metanol \rightarrow $132,7 \times 10^4$ g de biodiesel + $39,96 \times 10^4$ g de glicerina

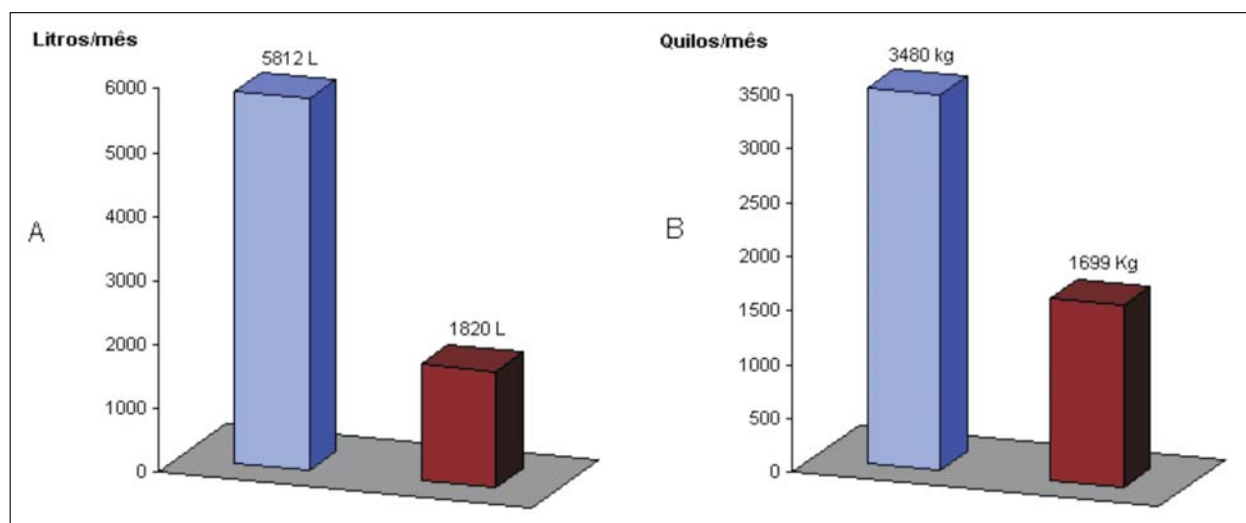


Figura 5. Quantidade de óleo (A) e gordura (B) comprados (barras azuis) e descartados por mês (barras vermelhas) nos estabelecimentos entrevistados na cidade de Itabira.

Para estimar a quantidade gerada, considerando uma reação com gordura hidrogenada residual, de acordo com a reação de Souza (2006), o raciocínio foi análogo. Encontrou-se 169×10^4 g de gordura vegetal hidrogenada residual (de acordo com a Figura 6) e $84,5 \times 10^4$ g de metanol (proporcionais aos 100 g de gordura e 50 g de metanol). Com isso, estima-se a produção de $135,5 \times 10^4$ g de biodiesel e $40,2 \times 10^4$ g de glicerina a partir da quantidade de gordura encontrada nos estabelecimentos de Itabira.

169×10^4 g de gordura residual + $84,5 \times 10^4$ g de metanol
 $\rightarrow 135,5 \times 10^4$ g de biodiesel + $40,2 \times 10^4$ g de glicerina

Em relação ao total de biodiesel produzido, somando-se a quantidade de óleo e gordura residuais descartada na cidade, encontraram-se $268,2 \times 10^4$ em Itabira no período de um mês.

Analisando-se os custos envolvidos para essa produção de biodiesel, foi feita uma simulação com base nos

preços de mercado dos reagentes e produtos da reação com a finalidade de mostrar o retorno econômico de se produzir biodiesel por OGRs.

Segundo Hocevar (2005), já existe a comercialização de OGRs em algumas cidades. Esses resíduos podem ser vendidos por até R\$ 0,50/L, dependendo da quantidade e também dos preços do produto novo. Como a reação está em g, os valores encontrados dos reagentes e produtos são convertidos para kg, facilitando os cálculos. A conversão foi feita com base nos valores das densidades de cada produto. Portanto, os OGRs custarão R\$ 0,54/kg e o metanol custará, em média, R\$ 0,55/kg (R\$ 0,69/L). O preço de compra médio do biodiesel obtido pela Petrobrás em 2008 é R\$ 2,23/kg (R\$ 1,83/L) e a glicerina custa, em média, R\$ 1,60/kg.

Somando-se a quantidade de óleo de soja e gordura residuais que é descartada pelos estabelecimentos entrevistados, pode-se produzir $268,2 \times 10^4$ g de biodiesel em Itabira. Estimando os custos de acordo com as proporções já apresentadas, de acordo com a reação de Souza

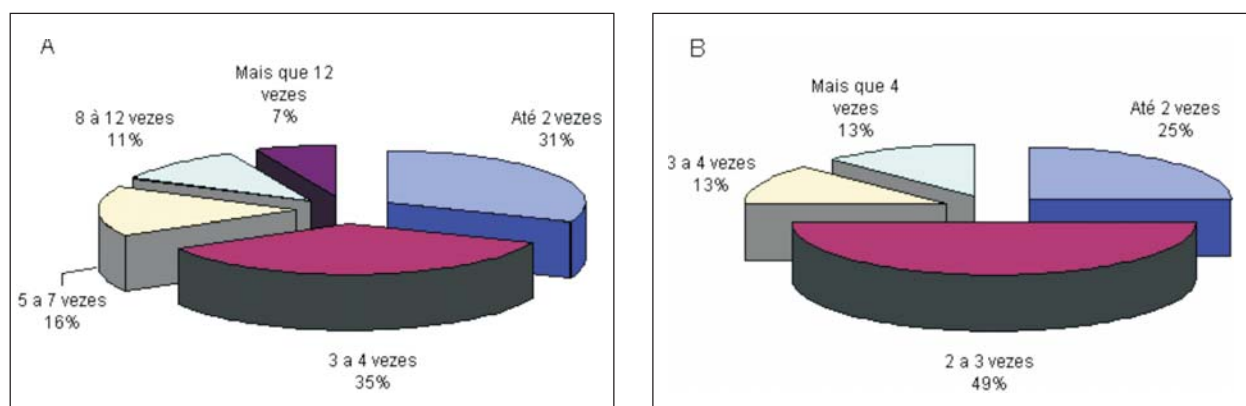


Figura 6. Número de reutilizações dos óleos (A) e gorduras residuais (B) pelos estabelecimentos entrevistados na cidade de Itabira.

(2006), o óleo residual custará em torno de R\$ 907,20, a gordura aproximadamente R\$ 917,46 e o metanol, R\$ 461,72. O preço do biodiesel terá valor de mercado de R\$ 5.980,86 e o da glicerina bruta (não foi calculado acrescentando-se os gastos com a retirada das impurezas) de R\$ 641,28, configurando um ganho de 3,2 vezes sobre o valor do investimento em reagentes.

Considerando a venda somente do biodiesel (produto principal), descartando a glicerina, o retorno é ainda bastante relevante, sendo 2,5 vezes em relação ao valor dos reagentes, denotando, portanto, nenhuma dificuldade financeira para produção do biodiesel em Itabira, analisando-se pelo ponto de vista do rendimento da reação.

A principal dificuldade é, no entanto, em relação ao volume de disponibilidade dos reagentes com apenas 1.820 L (31,3% do que é comprado) de óleo de soja e 1.699 kg (49% do que é comprado) de gordura vegetal hidrogenada residuais encontrados em 48,5% dos estabelecimentos em um mês. Isso torna inviável no momento a produção de biodiesel em Itabira, porque, de acordo com Hocevar (2005), um bom ponto de coleta fornece, em média, 60 L de OGRs por mês, necessitando-se de aproximadamente 3.000 pontos de coleta para gerar 180.000 L de OGRs brutos ao mês, volume que diminui para 120.000 L, devido à eliminação de água e impurezas.

A necessidade de um volume tão alto de disponibilidade dos reagentes ocorre devido à necessidade de produção em escala para compensar o investimento de funcionamento de uma usina de biodiesel. Conforme Sousa *et al.* (2005), o custo fixo total de produção do biodiesel por OGRs, considerando a estrutura funcional e as instalações, é de aproximadamente R\$ 458.644,04, além de um custo variável de R\$ 1,05/L, desconsiderando os impostos devido à isenção dada pelo Governo Federal por meio do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

Ainda segundo Sousa *et al.* (2005), o problema da produção de biodiesel por OGRs gira em torno da logística de coletas (pequenos pontos de coleta divididos por toda cidade) e da quantidade gerada nas pequenas cidades, como as da região de Itabira e mesmo também nos grandes centros urbanos, o que dificulta a inserção de plantas de produção exclusivas dessa matéria-prima.

CONCLUSÃO

Com base nos dados apresentados, pode-se concluir que no momento a cidade de Itabira não possui matéria-prima suficiente para a demanda de produção de biodiesel, apesar dos custos envolvidos na sua produção pela cidade de serem competitivos com o mercado consumidor.

É importante ainda a conscientização da população para a não reutilização desses óleos para a alimentação, pois os usuários estarão prejudicando sua saúde e de

seus familiares. Essa é uma questão complexa, pois envolve ações sociais das lideranças da cidade, secretaria de saúde e de vigilância sanitária da Prefeitura de Itabira, a adoção de políticas de saúde e programas de gerenciamento racional do descarte de OGRs em Itabira.

Futuramente pode ser elaborado um novo levantamento da quantidade de OGRs produzida na cidade, para averiguar se há melhor destino aos resíduos, bem como se houve aumento nas quantidades geradas.

REFERÊNCIAS

- Bobbio PA & Bobbio FO (2001) Química do Processamento de Alimento. 3ª Ed. São Paulo, Varela. 585p.
- Cardoso AL (2008) Estudo cinético das reações de esterificação de ácidos graxos catalisadas por ácidos de Lewis e de Bronsted para produção de biodiesel. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 64p.
- Coelho BFVM (2007) Modelo de previsão da evolução do biodiesel no Brasil utilizando lógica *Fuzzy*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de economia e finanças IBMEC, Rio de Janeiro. 43p.
- Costa Neto PR & Rossi LFS (2000) Produção de Biocombustível alternativo ao Óleo Diesel através da transesterificação de óleos de soja usado em frituras. Química Nova, 23:531.
- Cunha RGS, Mello DM, Carvalho GF, Marcelino IP & Corrêa CVT (2007) Biodiesel: produção com óleo residual de fritura. In: 2ª Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar, Santa Catarina. Anais, UFSC – Colégio Agrícola de Camboriú. p.1-7.
- Eder K (1999) The effects of a dietary oxidized oil on lipid metabolism in rats. Lipids Champaign, 7:717-725.
- Felizardo PMG (2003) Produção de biodiesel a partir de óleos utilizados em frituras. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior Técnico, Portugal. 113p.
- Hocevar L (2005) Biocombustível de óleos e gorduras residuais – a realidade de um sonho. In: 2º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Salvador. Anais, FTC – Faculdades de Tecnologia e Ciências e Área 1.UFBA. p.953-957.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2007) Dados de cidade. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>> Acessado em: 20 de março de 2008.
- Lucena TK (2004) O biodiesel na matriz energética brasileira. Monografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 80p.
- Mendes AA, Castro HF, Pereira EB & Júnior AF (2005) Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos. Química Nova, 2:296-305.
- Mongkolthanaruk W & Dharmisthiti S (2002) Biodegradation of lipidrich wastewater by a mixed bacterial consortium. International Biodeterioration & Biodegradation, 50:101-105.
- Oliveira LB (2004) Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 237p.
- Pinto EP, Borges CD, Teixeira AM & Zambiasi, RC (2003) Características da batata frita em óleos com diferentes graus de insaturação. B. CEPPA, 21:293-302.
- Rabelo ID, Hatakeyama K & Cruz CMGS (2001) Estudo de desempenho de combustíveis convencionais associados a biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado em fritura. Educação e Tecnologia, 18p.

- Raunkjaer K, Hvitved-Jacobsen T & Nielsen PH (1994) Measurement of pools of protein, carbohydrate and lipid in domestic wastewater. *Water Research*, 8:251
- Sanibal EAA & Filho JM (2006) Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. *Caderno de Tecnologia de Alimentos e Bebidas*, 48-54.
- Simioni CA (2006) O uso da energia renovável sustentável na matriz energética brasileira: obstáculos para o planejamento e ampliação de políticas sustentáveis. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 300p.
- Sousa GS, Pires MM, Alves JM & Almeida CM (2005) Potencialidade da produção de biodiesel utilizando óleos vegetais e gorduras residuais. In: 3º Workshop Brasil-Japão em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Campinas. Anais, UNICAMP. p.1-10.
- Souza CA (2006) Sistemas catalíticos na produção de biodiesel por meio de óleo residual. In: 5º Encontro de Energia no Meio Rural e Geração Distribuída, Campinas. Anais, UNICAMP. p.1-10.
- Suarez PA, Meneghetti SMP, Meneghetti MR & Wolf CR (2007) Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos, insumos químicos: algumas aplicações da catálise na oleoquímica. *Química Nova*, 3:667-676.