



PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL PRÉ-TRATADO PELO PROCESSO DE ADSORÇÃO

R. L. VASCONCELOS¹, L. F. MARTINS¹ e S. C. DANTAS¹

¹ Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas,
Departamento de Engenharia Química
E-mail para contato: sandra.dantas@uftm.edu.br

RESUMO – Com o desenvolvimento tecnológico a demanda de energia torna-se cada vez maior a preocupação ambiental quanto aos gases lançados na atmosfera. Estuda-se a utilização do biodiesel em substituição ao diesel, uma vez que pode ser produzido por matérias primas renováveis, tal como o óleo residual. Um dos principais fatores que afetam a produção de biodiesel por meio de óleo residual é a acidez. Este trabalho teve como principal objetivo avaliar o impacto da redução de acidez do óleo residual por meio do processo de adsorção com sabugo de milho e casca de banana na produção de biodiesel, quando comparado à produção por óleo de soja virgem e óleo residual sem este pré-tratamento. O óleo residual foi coletado pelo programa de descarte de óleos da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. A condição do processo de adsorção foi de 20°C de temperatura, decorridos 35 minutos e uma concentração de 5,05% biomassa em 150 mL de óleo. O biodiesel foi produzido a partir da reação de transesterificação, sendo realizada pela rota metílica, catalisada por hidróxido de potássio e conduzida à temperatura ambiente, no tempo de uma hora, com proporção molar de óleo-álcool de 1:7. As quatro amostras de óleo obtiveram elevados rendimentos para produção de biodiesel, sendo o maior deles para o óleo tratado com sabugo de milho com 94,6% seguido do óleo tratado com casca de banana com 94,0% de rendimento. Além da análise de rendimento as amostras de biodieseis foram estudadas quanto à densidade em 26°C, comportamento em combustão e espectroscopia por infravermelho.

1. INTRODUÇÃO

Devido à modernização, a preocupação com o uso dos recursos energéticos, no âmbito ambiental, se tornou realidade. O aumento da utilização de combustíveis fósseis, elevou a concentração de dióxido de carbono atmosférico em torno de 30% (Hinrichs; Kleinch; Reis, 2012). O uso de combustíveis derivados de biomassa tem sido apontado como uma alternativa técnica capaz de minimizar problemas ambientais. Neste contexto surge o biodiesel, um biocombustível alternativo ao diesel, produzido através de óleos e gorduras. Na produção de biodiesel os óleos e gorduras animais são submetidos a uma reação química denominada transesterificação, na qual a matéria prima reage com um álcool, na presença de um catalisador e forma os alquil ésteres correspondentes da mistura de ácido graxo que é encontrado no óleo ou gordura (Knothe *et al.*, 2006).

A aplicação de óleos residuais na produção de biodiesel é pertinente devido à grande quantidade de material gerado e pouca possibilidade de reutilização, tendo como destino final as redes de esgotos. O óleo residual resultante de estabelecimentos comerciais e domiciliar, possui elevado índice de acidez quando comparados aos óleos limpos, em consequência da formação de ácidos graxos livres no processo de fritura (Christoff, 2006). Sendo assim é necessário purificar o óleo residual previamente para que possa ser usado na produção de biodiesel, de modo a respeitar as normas exigidas pela Agência Nacional de Petróleo (ANP). Dentre os tratamentos possíveis, tem-se estudado o efeito do processo de adsorção no intuito de reduzir a acidez destes óleos por meio de bioadsorventes.

De acordo com este cenário, surge a motivação para o presente trabalho, que constitui no reaproveitamento do óleo residual, como matéria prima para a produção de biodiesel. Em solução ao elevado índice de acidez do óleo, o mesmo foi previamente tratado pelo processo de adsorção com casca de banana e sabugo de milho, no intuito de definir a eficiência deste processo na produção e a influência nas propriedades do produto, comparando os resultados obtidos com o biodiesel gerado por meio da reação com óleo de soja virgem e residual sem o pré tratamento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Teste de Adsorção

O óleo residual foi adquirido por um projeto de extensão dos alunos da UFTM, REPOR. Com o intuito de retirar as impurezas do óleo recolhido, foi realizado um processo de filtração simples e o armazenou em frasco âmbar, mantido em lugar arejado, para evitar qualquer tipo de degradação do material. A casca de banana foi recolhida em domicílios e o sabugo de milho foi doado por uma pamonharia, situado na cidade de Uberaba. Houve um pré-tratamento dos materiais adsorventes composto pelas etapas de: remoção de sujidades; lavagem sob água corrente; secagem por estufa durante 24h à 60°C; moagem por meio de um moinho de facas do tipo Willye e por fim peneiramento para a obtenção de um material mais homogêneo com granulometria entre 1,19 e 0,250mm (16 – 60 mesh). Este pré-tratamento possibilitou a padronização das amostras com o objetivo de adequá-las ao processo de adsorção e melhorar a qualidade do estudo.

A condição do processo de adsorção foi baseada no estudo desenvolvido por Penholato (2016), o qual determinou a condição de otimização da adsorção de óleo residual com sabugo de milho. Sendo assim, o processo com ambas biomassas foi submetido à temperatura de 20°C com duração de 35 minutos e uma concentração de 5,05% biomassa, calculada conforme à densidade do óleo residual em relação à 150 mL de óleo. O aparato experimental utilizado para o processo de adsorção consistiu em uma unidade com tanques encamisados conectados, cada um, a um agitador mecânico. O controle de temperatura foi feito por meio de um banho termostático acoplado às células de extração.

As amostras de óleo tratado pela casca de banana e sabugo de milho, assim como o óleo de soja virgem e óleo residual foram analisadas quanto à densidade, por picnometria à 26°C, e quanto ao índice de acidez por meio da metodologia adaptada à proposta pelas normas analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008), sendo o titulado uma solução de éter etílico-álcool

etílico (2:1) com 1 g do óleo em questão. O índice de acidez pôde ser determinado por meio da Equação 1.

$$\text{Índice de acidez titulável (\% ácido oleico)} = \frac{V \cdot f \cdot 5,61}{P} \quad (1)$$

Na qual, V= volume em mL da solução titulante de hidróxido de sódio necessário; f = fator de correção da solução titulante; 5,61 = equivalente grama do KOH; P = peso da amostra de óleo em gramas.

2.1. Produção de Biodiesel

As condições reacionais de transesterificação foram definidas segundo a metodologia proposta por Silva (2011), através da rota metílica, catalisada por uma base (KOH) e conduzida à temperatura ambiente, no tempo de uma hora. Solubilizou-se 2 g de KOH no álcool metílico, formando a solução alcoólica. A proporção molar de óleo-álcool metílico utilizada foi de 1:7. O aparato experimental, montado em capela, foi composto por béqueres de 250 mL sob um agitador magnético com rotação constante durante toda a reação.

Submeteu-se as quatro amostras de óleo à produção de biodiesel: ambas amostras de óleo tratadas pelos bioadsorventes, o óleo de soja virgem e óleo residual sem tratamento. Decorrido o tempo de reação, transferiu-se os produtos para o funil de separação a fim de separar as duas fases formadas durante a transesterificação (biodiesel e glicerina). Subsequentemente neutralizou-se as amostras de biodiesel com HCl até que se tornassem neutras e realizou-se, em todas elas, um processo consecutivo de quatro lavagens com água destilada à 70 °C, eliminando os resíduos existentes. Por fim, secou-se o biodiesel limpo em estufa por 24 h à 110 °C e calculou-se o rendimento da reação por meio da Equação 2.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{massa de biodiesel}}{\text{massa de óleo}} * 100 \quad (2)$$

Os biodieseis produzidos foram submetidos à combustão, por meio da queima de chumaços de algodão embebidos individualmente por cada uma das amostras, para analisar o comportamento da chama formada. Por fim também foram realizadas as análises de infravermelho por espectroscopia infravermelho por reflectância total atenuada em infravermelho com transformada de Fourier (ATR-FTIR). Os espectros foram obtidos na faixa de 400 a 4000 cm^{-1} com resolução de 4 cm^{-1} e 32 varreduras.

3. ANÁLISE DE DADOS E DE RESULTADOS

3.1. Teste de Adsorção

O resultado das análises de picnometria e acidez das amostras dos óleos estudados são apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Índice de acidez e densidade dos óleos

Óleo	Índice de Acidez (mg KOH.g ⁻¹)	Densidade (g.cm ⁻³)
Soja virgem	0,437	0,915
Residual	0,855	0,920
Tratado com sabugo de milho	0,778	0,919
Tratado com casaca de banana	0,739	0,919

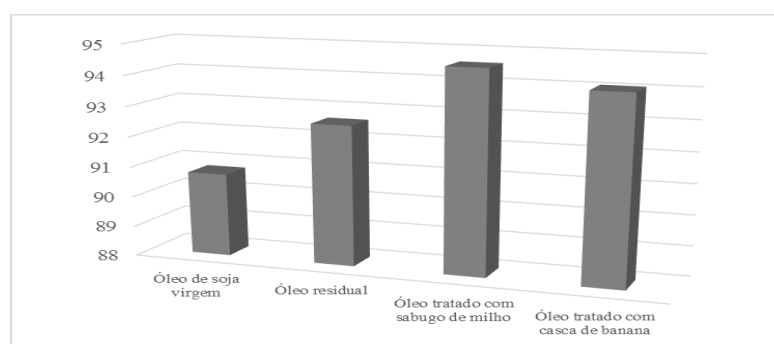
É nítido a diferença de acidez entre o óleo de soja virgem e o óleo residual, comprovando a formação dos ácidos graxos no processo de fritura. Nota-se que os bioadsorventes estudados reduziram a acidez do óleo residual, ou seja, diminuíram, por meio do processo de adsorção, a porcentagem de ácidos graxos livres. Porém com baixa eficiência de processo, sendo a redução de acidez com o uso do sabugo de milho em torno de 9% e para a casaca de banana 13,4%. Este resultado induz que a casaca de banana possui potencial redutor de acidez maior que o sabugo de milho. Apenas o óleo de soja virgem está dentro dos padrões definidos pela ANP para produção de biodiesel, uma vez que é o único que possui índice de acidez menor que 0,5 mg KOH.g⁻¹.

Quanto às densidades espera-se que a densidade do óleo residual seja maior que a do óleo virgem, em razão das impurezas presentes no óleo residual o tornarem mais denso e espesso. Este fato é observado pelos resultados obtidos pela picnometria, porém não houve redução significativa. Por meio do processo de adsorção, as densidades dos óleos tratados foram reduzidas quando comparadas ao óleo residual.

3.2. Produção de Biodiesel

A Figura 1 apresenta o gráfico com a porcentagem de rendimento da produção de biodiesel pelas amostras.

Figura 1 – Rendimento da produção de Biodiesel em porcentagem



Todas as amostras apresentaram rendimento maior que 90%. Observa-se que dentre os experimentos o óleo tratado com o sabugo de milho foi o mais eficiente na reação de transesterificação e óleo virgem foi o que obteve menor rendimento, contrariando o esperado. Porém o rendimento de aproximadamente 91% para o óleo de soja virgem mostra-se satisfatório quando comparado ao estudo desenvolvido por Félix (2017) para condições reacionais similares, obtendo um rendimento de 92,33%.



Análises de índice de acidez e densidade: A Tabela 2 dispõe dos resultados das análises de acidez e densidade das amostras.

Tabela 2 – Índice de acidez, densidade, índice de peróxido dos biodieseis

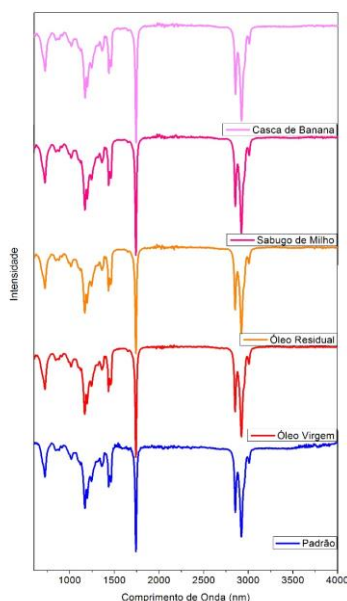
Óleo	Índice de Acidez (mg KOH.g ⁻¹)	Densidade (g.cm ⁻³)
Soja virgem	1,078	0,880
Residual	1,303	0,883
Tratado com sabugo de milho	1,261	0,882
Tratado com casaca de banana	1,205	0,882

Quanto à acidez, observa-se o mesmo comportamento das amostras dos óleos de origem, porém para todas as amostras de biodiesel ocorreu um aumento do índice de acidez quando comparado aos respectivos óleos. Uma possível justificativa é a ineficiência na etapa de neutralização no processo de refino do biodiesel produzido, de modo a exceder o ácido adicionado na tentativa de neutralizar a base KOH utilizada na transesterificação. Analisando o resultado dos testes de picnometria nota-se que houve uma redução quanto aos valores dos óleos de origem. Na literatura a densidade encontrada para o biodiesel varia de 0,820 a 0,880 g/cm³, há discrepância nos valores encontrados, porém ainda assim são aceitáveis conforme a margem de erro dos testes.

Análise de combustão: Feito o teste da chama, observou-se que todas as amostras sofreram combustão no contato com a fonte de calor, também observou-se que todas formaram chamas fortes e altas em questão de poucos minutos de queima. As amostras permaneceram com este aspecto por cerca de 15 minutos comprovando sua eficiência de combustão.

Espectroscopia Infravermelho: As respostas obtidas pelo leitor Infravermelho encontram-se agrupadas pela Figura 2 a seguir, juntamente com os dados do espectro padrão apresentado pela leitura de uma amostra de biodiesel.

Figura 2 – Espectros FTIR das amostras de biodiesel





A espectroscopia no Infravermelho comprova a formação de biodiesel conforme os comprimentos de onda gerados pelas amostras, os quais se mantêm praticamente iguais à leitura do biodiesel padrão. Nota-se, em todas as amostras, a presença dos três picos característicos de ésteres nos comprimentos de onda em torno de $1250\text{--}1050\text{ cm}^{-1}$ para a ligação C–O; $1780\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$ para a ligação C=O e em torno de $3300\text{--}2700\text{ cm}^{-1}$ para a ligação C–H.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo concluiu-se inicialmente que, tanto o sabugo de milho como a casca de banana, não foram eficientes no processo de adsorção no âmbito de reduzir consideravelmente a acidez do óleo residual de cozinha, sob a condição de processo testada. Quanto a eficiência na produção de biodiesel pela transesterificação por meio da rota metálica, observa-se elevados valores, todos acima de 90%. Porém os resultados são inconclusivos, em razão do óleo virgem apresentar o menor rendimento teórico, de aproximadamente 91%, enquanto que os óleos tratados e óleo residual obtiveram em torno de 94% e 92%, respectivamente. Com a realização da espectroscopia de infravermelho fica evidente a formação dos ésteres alquílicos, o biodiesel, em todas amostras. No teste de chama foi comprovado o potencial de combustão de todas as amostras, validando energeticamente o biodiesel produzido.

5. REFERÊNCIAS

- CHRISTOFF, P. *Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial*. Curitiba, 2006.
- FÉLIX, R.M. *Estudo das condições ótimas da produção de biodiesel a partir da transesterificação do óleo de soja*. Uberaba, 2015.
- HINRICHS, R.A.; KLEINBACH, M.; REIS, L.B. *Energia e Meio Ambiente*. 4ª edição. São Paulo, 2012.
- INSTITUTO Adolf Lutz. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo, 2008.
- KNOTHE, G. *et al. Manual de biodiesel*. São Paulo: Edgar Blucher, 2006.
- PENHOLATO, N.C. *Redução do índice de acidez do óleo de fritura pelo processo de adsorção em sabugo de milho*. Uberaba, 2016.
- SILVA, T.A.R. *Biodiesel de óleo residual: produção através da transesterificação por metanólise e etanólise básica, caracterização físico-química e otimização das condições reacionais*. Uberlândia, 2011.