

ESTUDO DO TRATAMENTO DO SEBO DE FRANGO PARA OBTENÇÃO DE BIODIESEL

Alex Rodrigues Silva*

Carolina Porto Prados**

Kytéria Sabina Lopes de Figueredo***

RESUMO: O biodiesel apresenta nítidas vantagens ambientais e econômicas em relação ao diesel de origem fóssil e, por isso, sua produção está consolidada no Brasil e em outros países. A fim de se aperfeiçoar esses ganhos ambientais e econômicos as matérias primas de baixa qualidade como os sebos animais e o óleo usado de fritura têm sido estudadas. Nota-se, no entanto, a necessidade de adequá-las às condições ideais para obtenção de biodiesel de qualidade. O objetivo do trabalho foi estudar os tratamentos possíveis para adequar o sebo de frango quanto ao teor de matéria insaponificável e índice de acidez para obtenção de biodiesel via catálise básica. Observou-se que os processos de secagem, extração de compostos polares na degomagem e esterificação ácida foram eficientes na diminuição do índice de acidez e interferentes que poderiam inviabilizar a síntese do biodiesel. A análise por UV-vis corroborou com as análises físico-químicas demonstrando a eficiência dos tratamentos aplicados à matéria prima.

Palavras - chave: Tratamento do Sebo. Transesterificação. Biodiesel. Degradação.

ABSTRACT: The Biodiesel has clear environmental and economic advantages over fossil diesel and, therefore, its production is consolidated in Brazil and other countries. In order to optimize these environmental and economic gains low-quality raw materials such as animal tallow and oil used in frying have been studied. Note, however, the need to adjust them to obtain optimum conditions for quality biodiesel. The work objective was to study the possible treatments to tailor the chicken fat as the unsaponifiable matter content and acid value to obtain biodiesel via basic catalysis. It was observed that the drying process, the extraction of polar compounds in the degumming and acid esterification were effective in decreasing acid content and interferents which could cripple the synthesis of biodiesel. Analysis by UV-vis legitimized with the physicochemical analyzes demonstrating the effectiveness of the treatments wills feedstock.

Keywords: Treatment of Tallow. Transesterification. Biodiesel. Degradation.

* Graduando do Curso de Química Ambiental na Universidade Federal do Tocantins.

** Graduada em Química – Universidade Federal de Goiás - UFG; Mestrado em Química pela Universidade Federal de Goiás-UFG; Doutorado em Química pela Universidade Federal de Goiás – UFG; Professora da Universidade Federal do Tocantins Curso de Química Ambiental.

*** Graduada em Química – Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN; Mestrado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN; Doutorado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN; Professora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido Curso de Engenharia Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A demanda por fontes de energia limpa e renovável que possibilitaram a diminuição da dependência do petróleo aumentou significativamente no decorrer do século 21. Isso porque até então a petroquímica assumiu papel central na obtenção de energia e diversos tipos de materiais o que acarretou em impactos ambientais graves e à ameaça de escassez do petróleo. Além disso, o petróleo experimenta constante instabilidade de preços e sua distribuição é desuniforme concentrando-se em regiões de conflito bélico (GALEMBECK; BARBOSA; SOUSA, 2009). Uma alternativa que tem se mostrado viável ambiental e economicamente é a utilização de biomassa como matéria prima em substituição ao petróleo, como o biodiesel. Esse combustível é obtido a partir de óleos vegetais ou gordura animal que são fontes renováveis, é biodegradável e livre de compostos sulfurados. O biodiesel pode ser obtido a partir de matérias primas de baixíssimo custo, como o sebo de frango, e é capaz de substituir total ou parcialmente o diesel de origem fóssil (SCHUCHARDT; RIBEIRO; GONÇALVES, 2001; ENCARNAÇÃO, 2008; DABDOUB; BRONZEL; RAMPIN, 2009).

O principal caminho para a obtenção do biodiesel é a reação de transesterificação via catálise básica na qual ocorre a conversão dos triacilglicerídeos da matéria prima em ésteres alquílicos de ácidos graxos (LEUNG; WU; LEUNG, 2010). A eficiência dessa reação bem como a qualidade do produto depende fortemente das características físico-químicas e pureza da matéria-prima. Antes da transesterificação algumas substâncias podem e devem ser removidas ainda no material de partida, por exemplo, ácidos graxos livres (AGL), água, fosfolípidios, ceras (FUKUDA; KONDA e NODA, 2001). A água e os AGLs são prejudiciais à reação de transesterificação sob a grande maioria das condições reacionais que são propostas e processos conhecidos (enzimáticos, alcalinos, ácidos, sejam homo ou heterogêneos). Os fosfolípideos, as ceras e outros materiais polares constituem a matéria insaponificável do óleo ou gordura, comprometem o rendimento da reação e promovem a formação de borras insolúveis no biodiesel (BEZERRA; ANTONIOSI FILHO, 2013).

Um dos principais aspectos influenciados pela presença de contaminantes, de água e de ácidos graxos livres é o da estabilidade à oxidação do biodiesel. A água promove a hidrólise dos ésteres alquílicos de ácidos graxos que produz ácidos graxos livres estes atuam como catalisadores da reação radicalar de oxidação do biodiesel (MIYASHITA; TAKAGI, 1986). Contaminantes provenientes da matéria prima como

os metais, por exemplo, também podem catalisar esta reação (PULLEN; SAEED, 2012). Já os compostos polares constituintes da matéria insaponificável contribuem para a formação de fases nos tanques de armazenamento, um dos fatores que aceleram a biodegradação do biodiesel durante o armazenamento (BEZERRA; ANTONIOSI FILHO, 2013). A remoção dessas substâncias é extremamente importante para a reação de transesterificação (DABDOUB; BRONZEL; RAMPIN, 2009; BONDIOLLI et al., 1995).

As matérias primas residuais como os sebos de frango e de gado e o óleo usado de fritura são interessantes para o emprego na produção de biodiesel, no sentido de promover a sustentabilidade econômica, ambiental e social da produção (PRADOS; FIGUEREDO; RIBEIRO, 2015). Isso porque são resíduos que ocupam elevados volumes em aterros sanitários e apresentam degradação mais lenta que outras matérias orgânicas e que, através da utilização na produção de combustível passa a ter valor agregado e deixa de ser uma preocupação ambiental (BAHTTI et al., 2008). Além disso, a venda dos sebos animais e do óleo usado pode gerar renda para os pequenos produtores rurais e de alimentos (FIORESE; GOMES, 2009). Apesar dessas vantagens, esses resíduos apresentam elevados teores de água e compostos polares (material insaponificável) prejudiciais à obtenção do biodiesel.

O objetivo do presente trabalho estudar a influência da degomagem (extração de compostos polares) e a esterificação ácida na diminuição do índice de acidez e contaminantes polares. Além de promover a síntese do biodiesel via catálise básica através da reação de transesterificação, e comparar as amostras de sebo tratado e sebo bruto através da análise de absorvância por UV (PRADOS, FIGUEREDO e RIBEIRO, 2015).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BIODIESEL

Conforme a resolução 3/2014 da Agência Nacional de Gás, Petróleo e Biocombustíveis (ANP), o biodiesel quimicamente é definido como um combustível constituído de alquil ésteres de ácidos carboxílicos de cadeia longa, produzido a partir das reações de transesterificação e/ou esterificação de matérias graxas, de gorduras de

origem vegetal ou animal. Ainda de acordo com a ANP, as matérias primas que são mais utilizadas para produção de biodiesel são a soja, sebo bovino e o óleo de algodão.

Para a obtenção de um produto de qualidade e que apresente rentabilidade são necessários investimentos em todas as áreas da cadeia produtiva do biodiesel. Desde de matérias primas adequadas em relação à pureza e propriedades físico-químicas, até um rigoroso controle de qualidade do produto final, e condições de armazenamento adequadas. O biodiesel é um produto facilmente produzido e transportado, pois proporciona um menor risco de detonação. Assim contribui para a minimização dos impactos ambientais, além de ser um biocombustível renovável e biodegradável (FERRARI; SOUZA, 2009; GOMES; SOUZA; BARICCATTI, 2008).

A minimização dos impactos ambientais está relacionada não só com a produção sustentável, mas também às emissões de gases poluentes. Já que o biodiesel, ao contrário do diesel de origem fóssil, não apresenta em sua composição compostos sulfurados ou metais, a composição química dos gases emitidos é mais limpa em relação aos compostos de toxicidade elevada. Estudos apontam para uma menor emissão de óxidos de enxofre e nitrogênio, monóxido de carbono e fumaça dos motores operados com biodiesel em relação aos operados com diesel (BASHA; GOPAL; JEBARAJ, 2009).

2.2 MATERIA PRIMA

A busca por alternativas de combustíveis renováveis é extremamente importante para economia brasileira e o cenário atual apresenta-se centrado na soja. Isso incorre em riscos ambientais e econômicos, principalmente em relação ao uso de agrotóxicos, os impactos de uma monocultura e preços com tendência de aumento provocado pelo aumento da demanda. A diversificação das matérias primas empregadas na produção do biodiesel, podem tornar a cadeia produtiva mais limpa e sustentável (BHATTI et al., 2008; FIORESI; GOMES, 2009).

O uso de matérias primas de baixo custo é uma das tentativas de aumentar a competitividade de produção, empregando resíduos gordurosos como o óleo usado de fritura e os sebos animais. Esse tipo de fonte, no entanto, são consideradas de baixa qualidade devido à alta quantidade de ácidos graxos livres, água, material insaponificável e produtos de degradação do óleo, além de muitas impurezas (BAHTI, 2008). Além disso, estas matérias-primas não são adequadas ao processo de

transesterificação alcalina, sem pré-tratamento e purificação através de processos por refino químico ou físico. E no caso dos óleos usados, estes passarão por processos de pré-tratamento como filtragem, e em seguida de correção da acidez para serem utilizados na produção de biodiesel. A correção da acidez é de fundamental importância pois favorece a formação de ácidos graxos livres. Por esta etapa de refino no processamento do biodiesel requer um alto investimento em instalações industriais e agrega um preço adicional à matéria prima (DABDOUB; BRONZEL; RAMPIN, 2009; CANDEIA, 2008).

Segundo Dabdoub et al. (2009) qualquer que sejam as matérias primas, podem ser incluídas para produção do biodiesel. São elas óleos de origem vegetal disponíveis (refinados, semi-refinados, degomados, crus e até alguns não comestíveis), óleos produzidos por micróbios e óleos de frituras usados, inclusive gorduras natural ou artificialmente hidrogenadas, sebo bovino, banha, gordura de frango, óleos de peixes.

Na cadeia produtiva de carnes de frango e bovinos inúmeros resíduos são gerados como, por exemplo, o óleo das vísceras de frango, no qual são extraídas das carcaças e partes menos favorecidas e podem ser utilizadas para a produção de biodiesel. Aliando o ganho ambiental do aproveitamento dos resíduos aos ganhos econômico de agregação de valor ao resíduo (CUNHA, 2008).

2.3 COMPETITIVIDADE DE ÓLEOS VEGETAIS E GORDURAS ANIMAIS

Os óleos vegetais comumente utilizados para produção de biodiesel são dependentes da disponibilidade de biomassa, na qual são dependentes da procura de bens alimentares das sociedades futuras e da produtividade agrícola, são extraídas de diferentes tipos de sementes, como os óleos de colza, palma, coco, soja e girassol e competem com a indústria alimentícia. Soma-se ainda os problemas ambientais causados por essas culturas como a destruição da fauna e a flora e a extinção de espécies. Outro problema refere-se a formação de acroleína, é uma substância altamente tóxica que é formada pela combustão incompleta da glicerina (MOREIRA, 2009; SILVA, 2009; SOUZA et al., 2009).

As gorduras animais mais utilizadas para produção de biodiesel são o sebo bovino e a banha de porco (BAHTTI et al, 2008) . No entanto se pode produzir a partir da gordura de carneiro e de gordura de aves (MUTREJA; SINGH; ALI, 2009). A utilização de resíduos de gorduras animais está cada vez mais consolidada para

produção de biodiesel, pois sua incorporação na cadeia alimentar na fabricação de farinhas e rações é limitada devido ao risco de difusão de doenças. Entretanto, o problema das gorduras animais é que possuem uma grande quantidade de ácidos graxos livres que atrapalham a síntese do biodiesel e favorece a formação de sabões, além de impurezas polares que contribuem para a formação de borras insolúveis e para o menor rendimento da transesterificação (MOREIRA, 2009). Alguns autores, por outro lado ressaltam que, mesmo com a necessidade de etapas de pré tratamento das gorduras animais, o custo ainda é menor uma vez que se não for destinada à produção do biodiesel o sebo animal representa gasto em relação à gestão de resíduos (BAHTTI et al, 2008; MUTREJA; SINGH ALI, 2009).

Outro entrave à utilização dos sebos animais para a obtenção de biodiesel está relacionado à sua composição em ácidos graxos. As cadeias de ácidos graxos que compõem os triacilglicerídeos de gorduras são predominantemente saturadas o que provoca o congelamento em temperaturas mais elevadas. A reação de transesterificação diminui a viscosidade da gordura, no entanto o caráter saturado não é modificado. De modo que o uso do biodiesel em regiões frias pode apresentar complicações. Esse caráter saturado, por outro lado, pode ser vantajoso ao aumentar a estabilidade oxidativa, uma vez que a autooxidação é iniciada no hidrogênio alílico às insaturações nas cadeias de ácidos graxos (KNOTHE, 2005).

De acordo com Ramandhas et al. (2005) a presença de ácidos graxos insaturados influencia na reação de transesterificação e aceleram o processo de oxidação, degradação e polimerização devido ao número de insaturações por possuírem estruturas quimicamente instáveis quando armazenados ou transportados de maneira inadequada perdendo assim sua estabilidade. Portanto o biodiesel com estrutura mono-insaturados são os que apresentam melhor desempenho.

3 METODOLOGIA

3.1 PROCESSO DE EXTRAÇÃO

Separou-se em béqueres, a gordura da carne, fibra e outras impurezas via aquecimento em banho-maria. Após foi coletado a fase líquida e transferido para um funil de separação, a fase aquosa foi descartada e a fase lipídica submetida a filtração a

vácuo sobre o sulfato de sódio desidratado. A fase lipídica foi submetida a secagem em estufa com circulação de ar a 110° C por 4 horas.

3.2 PRÉ-TRATAMENTO

3.2.1 Degomagem

A degomagem foi realizada com água em proporção de 1:1 (água destilada: sebo), a 70° C com agitação magnética por 1 hora. As fases orgânicas e aquosas foram separadas por decantação em funil de separação, logo a fase orgânica foi secada em estufa á 100 °C durante 1 hora.

3.2.2 Esterificação ácida

Foram dissolvidos 0,05mL de H₂SO₄ concentrado em 6 mL de metanol, posteriormente adicionados a 404g do óleo da gordura de frango no qual foi submetido a agitação magnética a temperatura de 65°C por 1 hora. Deixou-se a mistura em repouso por 24 horas, após, o metanol e o ácido sulfúrico foram separados por decantação em funil de separação. Separou-se a fração inferior e mediu o teor de ácidos graxos livres.

3.3 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ

A determinação do índice de acidez foi realizada de acordo com o método oficial AOCS(1997). Preparou-se uma solução de NaOH 0,1 mol/L⁻¹ devidamente padronizada. Pesou-se 14,2g do sebo um erlenmayer de 250mL ao qual adicionou-se 50mL de etanol anidrido. Em seguida agitou-se em chapa agitação com leve aquecimento abaixo de 100°C), até que a mistura estivesse completamente homogeneizada. Adicionaram-se 2 gotas de fenolftaleína 1% e titulou-se com a solução de NaOH 0,1 mol/ L⁻¹ devidamente padronizada, até o aparecimento da coloração rosa permanente. Anotou-se o volume (V_{NaOH}) que foi aplicado juntamente com a massa do sebo (m_{sebo}) e a concentração da solução de NaOH (N) para obtenção do índice de acidez (I.a) que será aplicado na equação 1.

$$\frac{Ia = V_{NaOH} \cdot N \cdot 28,2}{m_{\text{oleo}}} \quad (\text{Equação 1})$$

O mesmo procedimento foi realizado para todas as amostras (sebo bruto, sebo degomado, sebo esterificado).

3.4 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE SAPONIFICAÇÃO

A determinação do índice de acidez foi realizada de acordo com o método oficial AOCS (1997). Preparou-se solução alcoólica de KOH 0,5 mol.L⁻¹, dissolvendo-se KOH em 20 mL de água e completando o volume para 1 L com etanol anidro. Deixou-se a solução em repouso por 24 h. Titulou-se alíquotas de 25 mL dessa solução com HCl 0,5 mol.L⁻¹ previamente padronizado, empregando-se fenolftaleína como indicador, obtendo-se o valor de “a” (equação 2). Pesou-se aproximadamente 2,0 g do sebo (m_{sebo}) e adicionou-se 25 mL da solução alcoólica de KOH. Montou-se um condensador de refluxo e aqueceu-se o frasco em banho-maria por 1 hora com agitação ocasional. Titulou-se, então, o excesso de KOH na solução ainda quente com HCl 0,5 mol.L⁻¹ e fenolftaleína como indicador obtendo-se o valor de “b” (equação 2).

$$Is = \frac{(a - b) \cdot 0,5 \cdot 56,1}{\text{Peso da amostra (mg)}} \quad (\text{Equação 2})$$

O mesmo procedimento foi realizado para todas as amostras (sebo bruto, sebo degomado, sebo esterificado).

3.5 TRANSERTERIFICAÇÃO

O biodiesel foi obtido via catálise básica a partir de duas amostras diferentes de sebo: uma submetida aos pré-tratamentos e uma bruta. Para reação empregou-se 2% de catalizador, razão molar metanol/óleo 9:1, por 2 horas de reação a 70 °C sob agitação magnética. Os biodieseis obtidos foram submetidos à lavagem ácida por cinco vezes com uma solução de ácido nítrico 5% e água destilada aquecida á 70°C.

3.6 TESTE DE COMBUSTÃO

O teste de combustão foi realizado utilizando cadinhos de porcelana contendo um pedaço de algodão embebido com 2 g de biodiesel, em que para promoção da combustão, foi utilizado um palito de fósforo como fonte de calor.

3.7 ESPECTROSCOPIA UV-VIS

A eficiência do processo de purificação do sebo foi acompanhada em Uv/Vis (T60 UV- Visible Spectrophotometer da marca PG INSTRUMENTS LTDA), através das absorbâncias das amostras de sebo de frango (1:1000 em diclorometano) para ésteres, ácidos carboxílicos em 205 nm.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os resultados das caracterizações referentes ao sebo de frango bruto, o sebo submetido á secagem em estufa por 4 horas, sebo degomado e sebo esterificado e dos biodieseis obtidos do sebo tratado e do sebo bruto.

Tabela 1 - Propriedades físico-químicas das amostras de sebo e biodiesel.

Características	Índice de acidez (mg KOH g ⁻¹)	Índice de saponificação (mg KOH g ⁻¹)
Sebo Bruto	10.1	55.0
Sebo/Estufa	0.9	203.9
Sebo degomado	0.8	197.7
Sebo Esterificado	1.7	201.9
Biodiesel sebo bruto	0,6	164.1
Biodiesel sebo pré- Tratado	0,3	164.1

Fonte: Elaborada pelos autores

Os dados apresentados na tabela 1 demonstram que o sebo de frango bruto apresentava, inicialmente, elevado índice de acidez o que propicia a formação de sabões e pode influenciar negativamente na estabilidade oxidativa do biodiesel. Todos os pré-

tratamentos demonstraram eficiência para remoção dos ácidos graxos livres tornando o sebo adequado para a síntese quanto ao índice de acidez. De acordo com Bellaver e Zanoto (2004) o valor máximo aceitável para o sebo de frango é de 2 mg KOH.g^{-1} , nota-se, portanto que somente o sebo bruto apresentou valor superior a este. O sebo bruto apresentou baixíssimo índice de saponificação por causa do elevado teor de compostos polares que constituem matéria insaponificável, e somente a secagem em estufa foi suficiente para eliminar tais impurezas, o valor ideal é de 190 a $196 \text{ mg KOH.g}^{-1}$, sendo que o processo degomagem demonstrou a maior eficiência na aproximação desses valores (BELLAYER; ZANOTO, 2004)

Observa-se ainda que o índice de acidez do biodiesel obtido a partir do sebo bruto – $0,6 \text{ mg KOH/g}$ de sebo apresentou valor acima do preconizado pela Resolução ANP (2014) de $0,50 \text{ mg KOH/g}$ de biodiesel, mas que o tratamento foi eficiente para que o biodiesel de sebo tratado apresentasse índice de acidez abaixo do valor máximo estabelecido pela resolução. O índice de saponificação do biodiesel não apresentou diferença em relação aos processos de purificação e está de acordo com os valores reportados na literatura (BAHTTI et al., 2008)

Após a obtenção do sebo de frango com baixo índice de acidez e baixo teor de material insaponificável procedeu-se a transesterificação básica das gorduras bruta e tratada. Foi observada a separação de fases conforme é mostrado na figura 1, na qual a primeira imagem refere-se ao biodiesel obtido de sebo de frango bruto e a segunda imagem ao sebo de frango tratado.

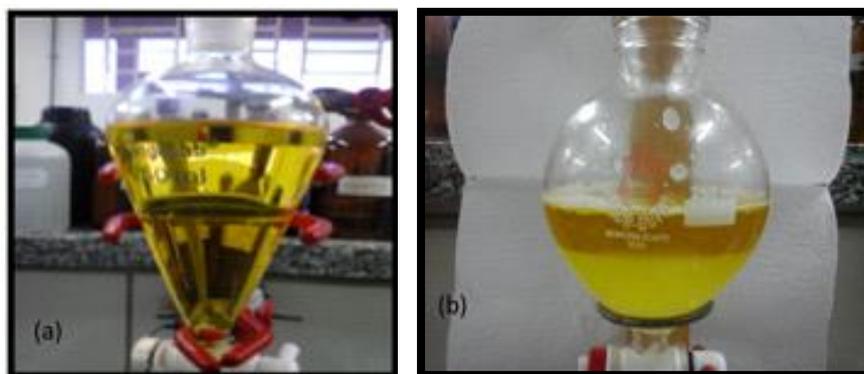
Figura 1 – (a) Separação de fases após transesterificação do sebo de frango bruto;
(b) Separação de fases após transesterificação do sebo de frango tratado.



Fonte: Elaborada pelos autores

O biodiesel obtido a partir do sebo de frango que não foi purificado apresentou elevada turbidez e a formação de emulsão na interface das fases de ésteres e de glicerol evidenciando o baixo rendimento da reação. A turbidez, provavelmente está relacionada a um elevado teor de água e a emulsão à formação de sabão favorecida pelo elevado índice de acidez. Já o biodiesel obtido a partir do sebo de frango tratado com degomagem, secagem e esterificação ácida um aspecto límpido é observado conforme mostrado na figura 2. Isso evidencia um biodiesel com baixo teor de impurezas e de água. Além disso, o fato de não terem sido observadas emulsões neste último indicaram elevado rendimento em ésteres alquílicos.

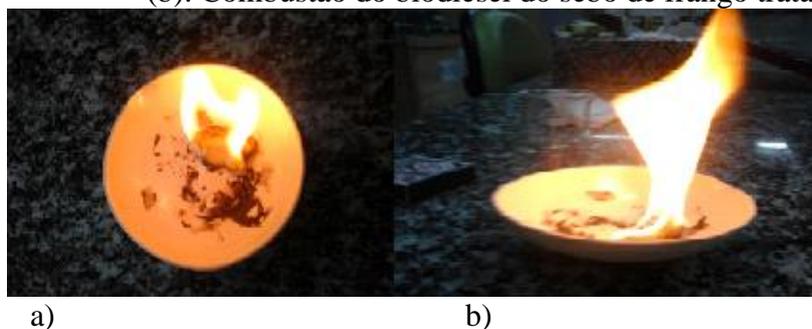
Figura 2 – (a) Biodiesel obtido do sebo de frango tratado;
(b) Biodiesel obtido do sebo de frango bruto.



Fonte: Elaborada pelos autores

As amostras de biodiesel de sebo bruto e sebo tratado foram submetidas ao teste de combustão no qual se verificou que o biodiesel de sebo bruto apresentou um menor tempo de queima que o biodiesel de sebo tratado, ambos apresentaram chama de coloração amarelada (figura 2). O menor tempo de queima do biodiesel de sebo bruto advém da presença significativa de impurezas e água no produto.

Figura 3 - (a). Combustão do biodiesel do sebo de frango bruto;
(b). Combustão do biodiesel do sebo de frango tratado.



Fonte: Elaborada pelos autores

A análise das absorvâncias das amostras de sebo bruto, sebo degomado, sebo esterificado estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Absorbâncias do sebo de frango antes e depois dos tratamentos em 205 nm.

Amostra	Absorbância em 205 nm
Sebo Bruto	0.141
Sebo Degomado	0.189
Sebo Esterificado	0.241

Fonte: Elaborada pelos autores

A absorvância no comprimento de onda de 205 nm corresponde aos ácidos graxos constituintes dos triacilglicerídeos e aos ácidos graxos livres presentes no sebo de frango. Observou-se o aumento da absorvância em 205 nm ao longo das etapas de tratamento que purificaram a matéria prima e aumentaram a concentração de triacilglicerídeos. A degomagem aumentou a absorvância dos triacilglicerídeos (205 nm) em 25,4 % e a esterificação aumentou em 70% a absorvância nesta região do espectro, o que demonstra a eficiência de remoção das impurezas e aumento, portanto, do teor de triacilglicerídeos

5 CONCLUSÃO

Foi possível concluir que o sebo de frango apresenta elevado potencial como matéria-prima para obtenção de biodiesel no estado do Tocantins. Trata-se de um resíduo o que diminui muito o custo de produção. Além disso, é biodegradável e, apesar de apresentar elevados índices de acidez e saponificação, os tratamentos de secagem, degomagem e esterificação apresentaram-se eficientes na adequação dessas propriedades. Sendo que a esterificação elevou um pouco o índice de acidez, provavelmente devido à presença de resíduos do catalisador ácido. A análise por UV-vis demonstrou a diminuição do teor de impurezas no sebo após a degomagem e a esterificação, isso foi verificado através do aumento de aproximadamente 70% da intensidade da absorvância em 205 nm (relativa aos ésteres presentes nos triacilglicerídeos).

Vale ressaltar que além do custo, o sebo de frango apresenta caráter saturado na sua composição em ácidos graxos o que representa um aumento significativo na estabilidade à oxidação, uma grande preocupação tanto no armazenamento quanto na utilização do biodiesel. O fato de congelar em temperaturas elevadas quando comparado ao biodiesel oriundo de óleo de soja não representa um problema na região Norte do Brasil que apresenta temperatura ambiente alta.

REFERÊNCIAS

- ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução nº 25 de 2 de fevereiro de 2008, publicada no **Diário Oficial da União** em 3 de setembro de 2009.. Boletim Mensal do Biodiesel, jul. de 2014. Disponível em: <www.anp.gov.br/?dw=5667 > Acesso em: 08 set. 2015.
- AOCS - American Oil Chemists' Society. **Official methods and recommended practices**. 5.ed. Champaign: AOCS, 1997. Disponível em: <www.aocs.org/Methods> . Acesso em: 05 ago. 2015.
- BAHTTI, H. N. et al. Biodiesel from waste tallow, **Fuel**, v. 87, p. 2961-2966, 2008. Disponível em: <www.sciencedirect.com/.../pii/S0016236108001567 > . Acesso em 05 ago. 2015.
- BASHA, S. A.; GOPAL, K.R.; JEBARAB, S. A review on biodiesel production, combustion, emissions and performance, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, p. 1628–1634, 2009. Disponível em: <www.sciencedirect.com/.../pii/S1364032108001743 > Acesso em: 08 set. 2015.
- Bellaver, C. e Zanotto, D.L. 2004. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. In: **Conferencia Apinco de Ciencia e Tecnolgia Avicolas**, 2004, Santos, SP. Anais... Campinas: FACTA, 2004. V.1, p.79-102.
- BEZERRA, K. da S.; ANTONIOSI FILHO, N. R. Characterization and Quantification by Gas Chromatography of Free Steroids in Unsaponifiable Matter of Vegetable Oils. **Journal of the Brazilian Chemical Society** , v. 25, p. 238-245, 2013. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103...script> _Acesso em: 08 de set. 2015.
- BONDIOLLI. et al. Storage stability of biodiesel, **Journal of the American Oil Chemists' Society**. v. 72, n. 6, p. 699-702, 1995. Disponível em: <link.springer.com/article/10.1007%2FBF02635658 > Acesso em: 05 set. 2015.
- CANDEIA, R. A. **Biodiesel de Soja: Síntese, Degradação e Misturas Binárias**. 2008. 150f. Tese (Doutorado em Química) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza- Universidade Federal da Paraíba. UFPB: João Pessoa - PB. 2008. Disponível em:< www.quimica.ufpb.br/posgrad/teses/Tese_Roberlucia_Candeia.pdf >. Acesso em 03 de ago. 2015.

CUNHA, M. da E. **Caracterização de Biodiesel Produzido com Misturas Binárias de Sebo Bovino, Óleo de Frango e Óleo de Soja**. 2008. 86f. Dissertação (Mestre em Química) – Instituto de Química - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS: Porto Alegre. 2008. Disponível em: < livros01.livrosgratis.com.br/cp065154.pdf > . Acesso em: 03 ago. 2015.

DABDOUB, M. J.; BRONZEL, J. L.; RAMPIN, M. A. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p.776-792, 2009. Disponível em: < www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a21v32n3.pdf > Acesso em: 03 ago. 2015.

ENCARNAÇÃO, A. P. G. **Geração de Biodiesel pelos Processos de Transesterificação e Hidroesterificação, Uma Avaliação Econômica**. 2008. 164f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola da Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro. UFRJ: Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: < www.tpqb.eq.ufrj.br/.../biodiesel-via-trans-e-hidroesterificacao.pdf > Acesso em: 22 de ago. 2015.

FERRARI, R. A.; SOUZA, W. L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. **Química Nova**, v.32, n.1, p.106-111. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422009000100020&script=sci_arttext>. Acesso em: 08 set. 2015.

FIORESE, D. A.; GOMES, L. F. S. Avaliação econômica da produção e utilização de biodiesel a partir de fontes vegetais e animais. **Cultivando o saber**, v.2, n.1, p.117-129, 2009. Disponível em: <www.fag.edu.br/graduacao/agronomia/csvolume2/14.pdf> Acesso em: 03 ago. 2015.

FUKUDA, H. KONDO, A.; NODA, H. Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 92, n.5, p. 405-416, 2001. Disponível em: <www.sciencedirect.com/.../pii/S1389172301802887> . Acesso em: 03 ago. 2015.

GALEMBECK, F.; BARBOSA, C.A.; SOUSA, R. A. Aproveitamento sustentável de biomassa de recursos naturais na inovação química, **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 571-581, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422009000300003&script=sci_abstract&tlng=pt > Acesso em: 12 ago. 2015.

GOMES, L. F.S; SOUZA, S. N. M.; BARICCATTI, R. A. Biodiesel produzido de óleo de frango. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, n. 1, p.57-62. Disponível em: 2008. <www.redalyc.org/articulo.oa?id=303226520008 > . Acesso em 12 ago. 2015.

KNOTHE, G. Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters, **Fuel Processing Technology**, v. 86, p. 1059-1070, 2005. Disponível em: <www.sciencedirect.com/.../pii/S0378382004001894 > Acesso em 12 ago. 2015.

LEUNG, D. Y.C.; WU, X.; LEUNG, M.K.H. A review on biodiesel production using catalyzed transesterification, **Applied Energy**, v. 87, p. 1083-1095, 2010. Disponível em: < www.sciencedirect.com/.../pii/S0306261909004346 > . Acesso em: 06 ago. 2015.

MIYASHITA K.; TAKAGI, T. Study on the oxidative rate and prooxidant activity of free fatty acids. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 63, n. 10, 1986. Disponível em: <link.springer.com/article/10.1007%2FBF02679607> . Acesso em 06 ago. 2015.

MOREIRA, A. L. V. **Produção de biodiesel a partir de gordura de frango**. 2009. 61f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química - Universidade de Porto. FEUP: Porto. 2009. Disponível em: <repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/57755/1/000136502.pdf > Acesso em: 06 ago. 2015.

MUTREJA, V.; SINGH, S.; ALI, A. Biodiesel from mutton fat using KOH impregnated MgO as heterogeneous catalysts, **Renewable Energy**, v. 36, p. 2253-2258, 2011. Disponível em: < www.sciencedirect.com/.../pii/S0960148111000413 > . Acesso em: 06 ago. 2015.

PULLEN, J.; SAEED, K. An overview of biodiesel oxidation stability. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, p.5924-5950, 2012. Disponível em: < www.sciencedirect.com/.../pii/S1364032112004170 > . Acesso em 02 set. 2015.

PRADOS, C. P.; FIGUEREDO, K. S. L.; RIBEIRO, I. H. S.; Uso de sebo bovino como alternativa para a consolidação da produção de biodiesel no estado do Tocantins: Um estudo da estabilidade oxidativa via análises espectroscópicas no UV-vis. **Periódico Tchê Química**, v. 12, n. 23, p. 90-99, 2015. Disponível em: <eprints.iliauni.edu.ge/usr/share/eprints3/data/1760/1/Periodico_23.pdf > . Acesso em: 18 set. 2015.

RAMANDHAS, A. S.; JAYARAJ, S.; MURALEEDHARAN, C. Biodiesel production from high FFA rubber seed oil. **Fuel**, v.84, p.335-340. Disponível em: < www.sciencedirect.com/.../pii/S0016236104002844 > . Acesso em: 18 set. 2015.

SCHUCHARDT, U.; RIBEIRO, M. L.; GONÇALVES, A. R.; A indústria petroquímica no próximo século: como substituir o petróleo como matéria-prima?. **Química Nova**, v. 24, n. 2, p.247-251, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000200016&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.> . Acesso em 03 ago. 2015.

SILVA, M. A. A. E. **Determinação espectrofotométrica do teor de biodiesel metílico em misturas com óleo diesel**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestre em Química) – Instituto de Química - Universidade Federal de Goiás. UFG: Goiânia - GO. 2009. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/1038> .>. Acesso em 02 set. 2015.

SOUZA, C. D. R. D.et al. Caracterização físico-química das misturas binárias de biodiesel e diesel comercializados no Amazonas. **Acta Amazonica**, v.39, n.2, p.383-

388, 2009. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/aa/v39n2/v39n2a17.pdf>. Acesso em 10 set. 2015.