

ANÁLISE DO APROVEITAMENTO DA FRAÇÃO LÍPIDICA EXTRAÍDA A PARTIR DE EFLUENTE COLETADO EM UMA ETE PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

*Analysis of the use of lipid fraction extracted from effluent collected in ETE
for biodiesel production*

Kelly Lima de Almeida Alves, Engenheira Química.

E-mail: kelly_limalmeida@hotmail.com

Lívia Savioli Manetta, Msc. Engenharia Química.

E-mail: livia.savioli@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho objetivou-se extrair a fração lipídica presente em um lodo primário, o qual foi coletado em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), visando aproveitá-lo como matéria-prima para produção do biodiesel. A extração foi realizada em um sistema contínuo sólido-líquido utilizando um aparelho Soxhlet, o solvente escolhido foi o n-hexano e obtivemos um rendimento de 11% p/p. Foram analisadas algumas propriedades físico-químicas do óleo extraído como: índice de acidez, índice de peróxido e teor de umidade e os resultados demonstraram a necessidade de um refino deste óleo antes de sua aplicabilidade como matéria-prima na produção de biodiesel.

Palavras-chave: Extração Soxhlet; Lodo de esgoto; Biodiesel.

Abstract

This work aimed to extract the lipid fraction present in a primary sludge, which was collected in a Wastewater Treatment Plant (WTP), aiming to take advantage of it as raw material for biodiesel production. Extraction was performed in a solid-liquid continuous system using a Soxhlet apparatus, the solvent chosen was n-hexane and yielded a yield of 11% w / w. Some physical-chemical properties of the extracted oil were analyzed as acidity index, peroxide index and moisture content and the results demonstrated the need for a refining of this oil before its applicability as a raw material in biodiesel production.

Keywords: Soxhlet extraction; Sewage sludge; Biodiesel.

1. INTRODUÇÃO

O lodo provindo da estação de tratamento de esgoto doméstico (ETE) é um resíduo sólido rico em matéria orgânica e nutrientes resultante dos processos de tratamento primário e secundário. Esses tratamentos são necessários para adequar o efluente que chega à estação aos padrões de lançamento imposto pela legislação vigente. Contudo devido ao crescimento contínuo da população e conseqüente aumento do volume de esgoto gerado, a destinação final deste resíduo tem se tornado uma etapa problemática nas ETE's. Normalmente esse resíduo é descartado em aterro sanitário e apresenta um custo elevado para as empresas de tratamento que pode chegar até 50% do orçamento operacional (BETTIOL e CAMARGO, 2006; SAITO, 2007).

Apesar desse resíduo sólido ser rico em nutrientes, ainda é tratado como um produto indesejável e é descartado diariamente sem que suas qualidades sejam aproveitadas. Atualmente existem diversas aplicações do uso do lodo de esgoto e os mais usuais são: 1) uso agrícola como compostagem e fertilizantes; 2) recuperação de solos degradados; 3) conversão em óleo combustível e 4) reúso industrial, como por exemplo, na fabricação de tijolos e cerâmicas e produção de cimento. Entretanto, além dos nutrientes, o lodo de esgoto apresenta em sua composição diversos poluentes, como por exemplo, metais pesados, compostos orgânicos e organismos patogênicos. Desta forma, faz-se necessário conhecer a composição química do lodo antes de sua aplicação, buscando sempre maximizar seus benefícios e minimizar os riscos sanitários e ambientais (BETTIOL e CAMARGO, 2006; SAITO, 2007).

O lodo de esgoto também vem ganhando bastante atenção devido à quantidade significativa de óleos e gorduras presente em sua composição, cerca de 10% da fração lipídica pode ser encontrada no lodo primário, sendo que essa porcentagem pode variar pra mais de acordo com a educação sanitária da população e/ou época do ano. Esses óleos e gorduras são indesejáveis no sistema de tratamento de esgoto, porém podem ser promissores para a produção de biodiesel. As principais fontes de óleos e gorduras encontradas no lodo de esgoto são provenientes de: margarinas, óleos de cozinhas, gorduras de carnes, dejetos humanos e óleos minerais como, por exemplo, querosene e óleos lubrificantes oriundos de oficinas mecânicas ou postos de gasolina (JORDÃO e PESSÔA, 2011).

A extração da fração lipídica presente no lodo pode ser feita mediante ao contato do material sólido com um solvente adequado em um sistema de extração contínua sólido-líquido, utilizando o aparelho Soxhlet. O processo baseia-se na transferência de massa do analito de interesse (soluto) que sai do interior do sólido e passa para a fase do solvente. O solvente tem por finalidade dissolver o soluto de interesse e não interagir com os demais componentes da amostra, à medida que o solvente vai entrando em contato com o sólido vai enriquecendo-se cada vez mais com o soluto de interesse. Após o processo o soluto é recuperado por meio de um sistema de destilação simples (FOUST, 1982; ORDÓÑEZ et al., 2005).

O Soxhlet é um aparelho laboratorial inventado por Franz Von Soxhlet e vem sendo utilizado por muitos anos principalmente para extrair lipídeos em amostras sólidas. Esta técnica inicia-se colocando a amostra na câmara central do Soxhlet e anexando o aparelho a um balão volumétrico contendo o solvente extrator. Durante a operação o solvente é aquecido e goteja-se sobre a amostra em um refluxo constante, esse refluxo permite que o

solvente dissolva e arraste o analito de interesse. A técnica apresenta como vantagem o fato do solvente ficar em contato com a amostra durante todo processo de extração, porém há necessidade de um tempo longo para o processo e este fato acaba caracterizando-se uma desvantagem (RAAMAN, 2006).

Os estudos voltados para o uso do óleo extraído a partir do lodo de esgoto como fonte de matéria-prima para produção de biodiesel têm por intuito ajudar na redução do custo total de produção, uma vez que o custo com matéria-prima constitui entre 75 a 95%, sendo esta a maior barreira na comercialização deste biocombustível (PANDEY et al., 2011). No entanto, o óleo proveniente do lodo de esgoto apresenta um elevado teor de ácidos graxos livres, resultante da degradação dos triglicerídeos, indicando a necessidade de um refino deste óleo para melhor aproveitamento de seus benefícios na produção de biodiesel.

O biodiesel é conhecido mundialmente como um combustível alternativo renovável para substituição dos combustíveis derivados do petróleo, quimicamente ele é definido como éster alquílico de ácido graxo de cadeia longa derivado de fonte lipídica renovável, como por exemplo, óleo de soja, palma, canola, algodão, milho, entre outros. Porém com o crescimento do consumo e da demanda, o aumento do uso de vegetações com fonte de produção de biodiesel tem trazido grandes preocupações, visto que para suprir a demanda faz-se necessário a ampliação das áreas de plantio, afetando diretamente o meio ambiente, já que pode acarretar em desmatamento para expansão dessas áreas. Assim, o óleo extraído do lodo de esgoto é um candidato potencial para produção de biodiesel, além de estar disponível em grandes quantidades em todo mundo. (DERMIBAS, 2008; LEMOS e STRADIOTTO, 2012).

O intuito do reaproveitamento deste resíduo como matéria-prima para produção de biodiesel e outros fins são: preservar os recursos naturais, proteger o meio ambiente, reduzir o custo gerado nas ETE's com o descarte deste resíduo, tornar o biodiesel economicamente viável e diminuir a interferência do óleo no tratamento de esgoto.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é extrair a fração lipídica do rejeito gerado em uma estação de tratamento de esgoto doméstico e realizar análises físico-químicas para avaliação de sua qualidade e propriedades visando seu aproveitamento na produção de biodiesel. Este trabalho também destaca a importância de voltarmos nossa visão para o reaproveitamento de resíduo, transformando-o em um recurso promissor, diminuindo assim a necessidade de extração dos recursos naturais.

3. METODOLOGIA

3.1 Coleta da amostra

O lodo de esgoto utilizado na pesquisa foi coletado em uma estação de tratamento de esgoto localizada em Sorocaba - SP ao qual é gerenciada pela companhia de Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). Situada na zona leste de Sorocaba, a ETE S1 é responsável pelo tratamento de 700 litros de esgoto por segundo, o que equivale a aproximadamente 60.480.000 litros de esgoto por dia que deixam de retornar ao rio

Sorocaba. Em período de operação normal é retirado da estação cerca de 60 toneladas de lodo desidratado diariamente.

A amostra de lodo de esgoto foi retirada de uma bomba que alimenta o tanque de aeração da estação em um recipiente plástico. Este lodo corresponde ao lodo primário (lodo bruto) que é retirado após a sedimentação dos sólidos no decantador primário, antes de passar pelo processo de degradação da matéria orgânica no tanque de aeração.

3.2 Preparo da amostra

Após a coleta, a amostra foi encaminhada para o laboratório, ao qual passou por um processo de secagem, visando retirar toda a umidade da amostra e transformá-lo em um material sólido, em seguida este material foi triturado a fim de maximizar o contato do soluto com o solvente durante todo o processo de extração.

3.3 Método de extração da fração lipídica

A metodologia escolhida para extração do óleo foi o método de Soxhlet (Figura 1), segundo o método IUPAC 1.122 (1979) usando n-hexano como solvente, em um período de 6 horas de extração. A amostra sólida já preparada foi pesada e envolta por um papel filtro, a qual posteriormente foi transferida à câmara central do Soxhlet e acoplada a um balão volumétrico contendo o solvente. O volume do solvente foi o suficiente para atingir o sifão do equipamento e permitir um refluxo contínuo durante todo processo de extração.



Figura 1: método Soxhlet. Fonte: elaborada pelos autores

O processo de extração é iniciado a partir do aquecimento do balão cujo aumento da temperatura ocasiona a evaporação do solvente, fazendo com que o mesmo se desloque em

direção ao condensador. O vapor ao entrar em contato com o condensador, se condensa, gotejando e cobrindo o cartucho que contém a amostra a ser extraída. Este sistema permite que o óleo seja transferido do sólido para o solvente através de repetidas lavagens, fazendo com que o solvente seja enriquecido com o óleo que se deseja extrair.

Após o período de extração, o solvente foi recuperado usando um aparelho de destilação e o óleo extraído foi levado a uma estufa a 105°C para eliminação de possíveis restos de solvente e umidade que possam comprometer o resultado do rendimento.

3.4 Análise da qualidade da fração lipídica

Para verificação da qualidade da fração lipídica obtida foram realizadas análises do índice de acidez, índice de peróxido e teor de umidade de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.3.1 Índice de acidez

Pesou-se aproximadamente 2 g do óleo extraído do lodo em um frasco erlenmeyer e em seguida adicionou-se 25 mL de solução de éter-álcool (2:1) juntamente com duas gotas do indicador fenolftaleína. Realizada a titulação com uma solução de hidróxido de sódio 0,1 M até a mudança de coloração. Com o valor do volume gasto na titulação é possível determinar o índice de acidez (mg de NaOH/g), segundo a Equação (1) descrita abaixo:

$$\frac{V \times f \times 5,61}{P} \quad (1)$$

Sendo:

V – nº de mL de solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação; f – fator da solução de hidróxido de sódio; P – nº de g da amostra.

A determinação da acidez nos fornece um dado importante na avaliação do estado de degradação do óleo, altos valores no índice de acidez indica que o produto está sofrendo quebra em suas cadeias, seja ela por hidrólise, fermentação ou por oxidação. Este processo de degradação libera o principal constituinte do óleo, o ácido graxo, elevando assim a concentração de íons H⁺ no produto. O índice de acidez pode ser definido como a quantidade (em mg) de base (NaOH ou KOH) necessária para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em 1g da amostra (LEMOS e STRADIOTTO, 2012; IAL, 2008).

3.3.2 Índice de peróxido

Pesou-se aproximadamente 5 g da amostra do óleo de lodo em um erlenmeyer e adicionou-se 30 mL da solução de ácido acético-clorofórmio (3:2). Em seguida, adicionou-se 0,5 mL de solução saturada de iodeto de potássio. Após repouso de 1 minuto, ao abrigo da luz, adicionou-se à mistura 30 mL de água destilada. Realizada a titulação com solução de tiosulfato de sódio 0,1 M sob constante agitação até o quase desaparecimento da coloração amarela. Adicionou-se na mistura 0,5 mL de solução de amido solúvel 1% e

continuou-se a titulação com solução de tiosulfato de sódio 0,1 M, até o desaparecimento da coloração azulada. Para prova em branco foi realizado o mesmo procedimento descrito acima, porém sem a presença da amostra de óleo. Com os valores dos volumes gastos na titulação da amostra e da prova em branco é possível determinar o índice de peróxido (mEq Peróxido/1000g), segundo a Equação (2) descrita abaixo:

$$\frac{(A - B) \times N \times f \times 1000}{P} \quad (2)$$

Sendo:

A – nº de mL da solução de tiosulfato de sódio 0,1 (ou 0,01 N) gasto na titulação da amostra; B – nº de mL da solução de tiosulfato de sódio 0,1 (ou 0,01 N) gasto na titulação do branco; N – normalidade da solução de tiosulfato de sódio; f – fator da solução de tiosulfato de sódio; P – nº de g da amostra.

A estabilidade oxidativa é um parâmetro para avaliar o grau de oxidação do óleo. A autooxidação é ação direta do oxigênio atmosférico sobre as duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, podendo formar compostos insolúveis de alto peso molecular. (KNOTHE et al., 2005; JORGE, 2009).

3.3.3 Perda por dessecação (umidade) – secagem direta em estufa a 105°C

Pesou-se aproximadamente 8 g da amostra em um cadinho de porcelana (previamente tarado e seco em estufa a 105°C) e levou-se a estufa para aquecimento a 105°C. Após 3 horas, retirou-se da estufa e resfriou-se em um dessecador - Repete o procedimento até obter um peso constante. Com os valores do peso da amostra antes da secagem e após a secagem é possível determinar a % (m/m) de umidade ou substâncias voláteis a 105°C conforme a Equação (3) descrita abaixo:

$$\frac{N}{P} \times 100 \quad (3)$$

Sendo:

N – nº de gramas de umidade (perda de massa em g); P – nº de gramas da amostra.

A determinação da umidade e materiais voláteis também nos auxiliou na avaliação da qualidade do óleo. A presença de umidade no óleo pode promover a quebra dos triglicerídeos, principal componente dos óleos, gerando ácidos graxos livres (LEMONS e STRADIOTTO, 2012; KNOTHE et al., 2005).

4. RESULTADOS

O Gráfico (1) abaixo apresenta dados que demonstram o cenário brasileiro do preço médio do biodiesel no produtor, nos períodos de jun/17 a jun/18 e compara com o diesel S-10 e S-500 nos mesmos períodos. Durante quase todos os meses referente no estudo o biodiesel encontra-se acima do valor da média do diesel, somente em dezembro de 2017 ele se mostrou próximo do preço médio do diesel, tendo seu pico máximo em março de

2018, onde o preço médio do biodiesel no produtor foi de R\$2,59, sendo 11,3% superior à média do diesel que foi de aproximadamente R\$2,29 (ANP, 2018). A partir destes dados fica clara a urgência da busca por fontes de matéria-prima de baixo custo para produção de biodiesel que viabilize o uso deste biocombustível como alternativa na substituição dos combustíveis derivado do petróleo.

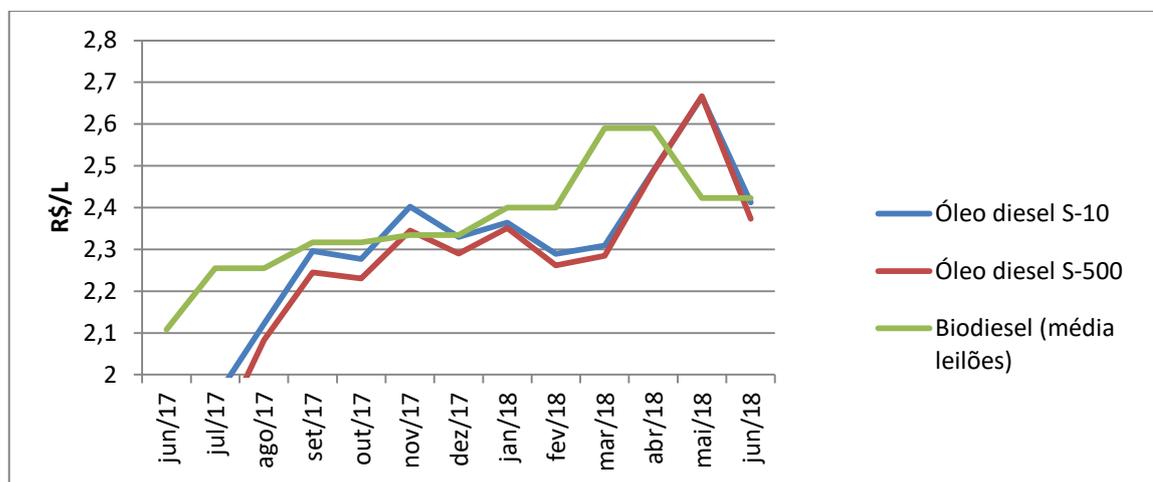


Gráfico 1: Preço de venda no produtor. Fonte: ANP, elaborada pelos autores.

No entanto, antes da escolha da matéria-prima é importante considerar a quantidade de óleo extraído e os custos com o processo de extração que são dois fatores determinantes para se viabilizar o uso deste material como fonte promissora na produção de biodiesel. Esta metodologia usando como solvente o n-hexano nos permitiu um bom rendimento de 11% p/p de óleo, tendo um grande potencial para uso na produção de biodiesel, visto que está disponível em abundância em todo mundo.

O n-hexano foi o solvente escolhido para este tipo de extração devido seu baixo ponto de ebulição, o que diminui a decomposição do óleo; dissolve o óleo com facilidade; de fácil volatilização na recuperação do solvente; porém apresenta como desvantagem ser altamente inflamável e tóxico (JORGE, 2009). Na etapa de recuperação do solvente observamos perdas consideráveis do solvente durante o processo. As perdas estimadas foram de 36 a 40 % do volume total do solvente.

O óleo extraído (Figura 2) apresentou-se viscoso a temperatura ambiente, coloração castanho escuro e odor forte. Como o intuito deste trabalho é o aproveitamento deste óleo na produção de biodiesel, após a extração foram determinadas algumas propriedades do óleo através de análises físico-químicas para avaliação da qualidade da fração lipídica extraída, o entendimento dessas propriedades é essencial uma vez que as propriedades do biodiesel produzido dependem intimamente das propriedades e composição da matéria-prima.

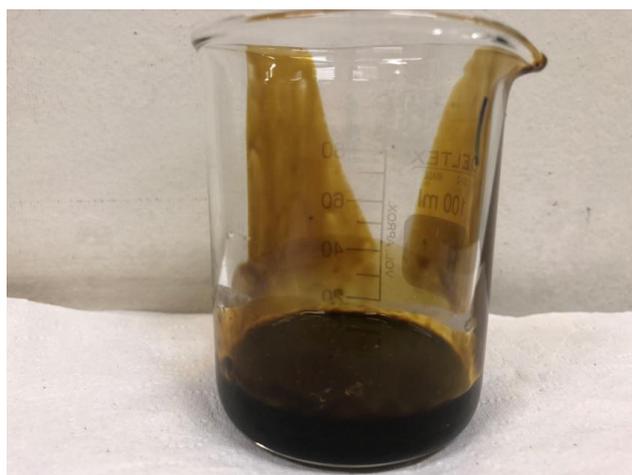


Figura 2: Fração lipídica extraída. Fonte: elaborada pelos autores

Conforme observado na Tabela 1, o valor do índice de acidez apresentou-se elevado 7,7 mgKOH/g, altos teores de ácidos graxos livres podem inviabilizar o uso desta matéria-prima para produção de biodiesel pela rota convencional e mais econômica, utilizando catalisador alcalino, uma vez que reagirá com o catalisador formando sabão, reduzindo assim o rendimento do biodiesel e dificultando a etapa de purificação (DERMIBAS, 2008). O valor máximo desejado para o processo de transesterificação alcalina é de 3,0 mgKOH/g, sendo necessário tomar medidas corretivas antes de se iniciar o processo como, por exemplo, esterificação dos ácidos graxos livres seguido de transesterificação (SILVA e NETO, 2013; PANDEY et al., 2011).

Altos teores de ácidos graxos livres pode inclusive também indicar a presença de água na amostra de óleo, dado que a presença de água pode promover a hidrólise do óleo liberando ácidos graxos livres. É recomendável que o valor de teor de umidade não ultrapasse 0,10%. A amostra apresentou um teor de umidade acima do desejado, que além de levar a hidrólise do óleo, pode promover a desativação do catalisador durante o processo de transesterificação (SILVA, 2011; JORGE, 2009).

Outro fator importante a ser comentado é o índice de peróxido, em casos onde a matéria-prima apresenta elevado índice de peróxido, faz-se necessário a utilização de antioxidantes para retardar ou inibir significativamente sua tendência à oxidação, visto que a autooxidação pode comprometer a utilização do biocombustível produzido a partir desta matéria-prima (JORGE, 2009).

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	VALOR
Umidade – secagem direta a 105°C	% massa	3,2
Índice de acidez	mgKOH/g	7,7
Índice de peróxido	mEq Peróxido/kg	24

Tabela 1: Análises físico-químicas da fração lipídica extraída. Fonte: elaborada pelos autores

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O rendimento do óleo extraído nesta pesquisa foi satisfatório e encontra-se em consonância com o valor encontrado na literatura, porém não foi realizado um levantamento dos custos para essa extração, necessitando ser mensurados nos próximos trabalhos. Após a extração foi observado perdas do solvente que chegaram até 40% do volume total, sendo necessárias ações que previnam tais perdas e torne mais eficiente à extração.

Conforme os valores obtidos após as análises foram observados que o óleo provindo do lodo de esgoto apresenta altos teores de ácido graxos livres e umidade, sendo necessário tomar medidas corretivas antes de se iniciar o processo como, por exemplo, esterificação dos ácidos graxos livres, seguido de transesterificação.

Recomendações: 1) Análise cromatográfica para conhecimento da composição dos ácidos graxos presentes no óleo extraído, uma vez que a determinação por índice de acidez e peróxidos expressa somente as propriedades do óleo e não as porcentagens dos seus constituintes; 2) Análise dos metais presentes no óleo como, Na^+ , K^+ , Ca^+ e Mg^+ , dado que o óleo extraído pode não ser constituído unicamente de lipídios, mas pode conter outros compostos presente no lodo que podem ser arrastado juntamente com o solvente. 3) Análise do sólido inerte, visando reaproveitá-lo, seja na compostagem ou nas indústrias de cerâmica, cimento, etc.

REFERÊNCIAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resultados dos leilões**. Jun/2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/distribuicao-e-revenda/leiloes-de-biodiesel/leiloes-de-biodiesel-interna>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Preço de produtores e importadores de derivados de petróleo**. Dez/2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/precos-de-produtores>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

BETTIOL, Wagner e CAMARGO, Otávio. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariúna: Embrapa meio ambiente, 2006. 25-26p.

DERMIBAS, Ayhan. **Biodiesel – A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines**. Springer, 2008. 65, 69, 102, 114, 116, 122p.

FOUST, Alan S. et al. **Princípios das operações unitárias**. 2ªed. Rio de Janeiro: LTC, 1982. 13p.

Instituto Adolfo Lutz (IAL) – **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 2008. São Paulo. 98 e 595-597p. Disponível em:

<http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2018.

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). **Standard methods for analyses of oils, fats and derivatives**. 1979. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=Bz8XBQAAQBAJ&pg=PR4&lpg=PR4&dq=Standard+methods+for+the+analysis+of+oils,+fats+and+derivatives,+6th+ed+section+I&source=bl&ots=XmFdd4NSSn&sig=TOHkM69-XrqupPNA0213WCLy-gI&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKewjt75inmKrfAhWCS5AKHa21Ccw4ChDoATACegQIBBAB#v=onepage&q=Standard%20methods%20for%20the%20analysis%20of%20oils%2C%20fats%20and%20derivatives%2C%206th%20ed%20section%20I&f=false>>. Acesso em: 18 dez. 2018

JORDÃO, Eduardo P e PESSÔA, Constantino A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6º ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 51-52p.

JORGE, Neuza. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São Paulo: Cultura acadêmica, 2009. 54, 61, 67 e 114-115p.

KNOTHE, Gerhard e GERPEN, Jon Van e KRAHL, Jürgen. **The Biodiesel Handbook**. AOCS Press, 2005. 10 - 11, 16 e 50 p.

LEMONS, Eliana G. M. e STRADIOTTO, Nelson R. (Org.). **Bioenergia: desenvolvimento, pesquisa e inovação**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. 855-856, 936-938, 980 e 999p.

ORDÓÑEZ, Juan A. et al. **Tecnologia de alimentos – Componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 281-282p.

PANDEY, Ashok et al. **Biofuels – Alternative Feedstocks and Conversion Processes**. 1. ed. Academic Press, 2011. 315, 317, 363 e 375.

RAAMAN, N. **Phytochemical techniques**. Pitam Pura: NIPA, 2006. 12-13p.

SAITO, Maria L. **O uso de lodo de esgoto na agricultura: precauções com os contaminantes orgânicos.** Jaguariúna: Embrapa meio ambiente, 2007. 8-9 p.

SILVA, Tatiana A. R. **Biodiesel de óleo residual: produção através da transterificação por metanólise e etanólise básica, caracterização físico-química e otimização das condições reacionais.** 2011. 152f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17506/1/t.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

SILVA, Tatiana A. R. e NETO, Waldomiro B. Estudo da redução da acidez do óleo residual para a produção de biodiesel utilizando planejamento fatorial fracionado. **Revista Virtual de Química**, Uberlândia, v. 5, n. 5, Set/Out. 2013. Disponível em: <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v5n5a05.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2018.