

Purificação da glicerina proveniente do biodiesel para futura aplicação industrial

Carolina Nilsen Zappelline, Diele Emilene Mayer, João Vitor Menel, Roberta Alyson Walicoski Paz Trindade, Stefani Matilde Ferreira Ramos e Vanessa Cristini Porath*

Discentes do Curso Técnico em química (Modalidade Integrado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul.

* E-mail: vanessa.cristinip@gmail.com

Luciana Valgas de Souza

Professora das disciplinas de Físico-Química, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul

Elder Correa Leopoldino

Professor das disciplinas de Orgânica, Síntese e Análise Orgânica e Química Quantitativa, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul

Resumo: *A presente pesquisa tem como objetivo purificar a glicerina proveniente do biodiesel para uma futura aplicação industrial. Primeiramente, foi feito biodiesel metílico utilizando óleo residual de cozinha. Então, a glicerina obtida passou por processos de caracterização; foram observados: aparência, pH, densidade, umidade, índice de acidez e índice de glicerol. A purificação consiste em: lavagem com hexano, acidificação, neutralização, adsorção por carvão ativo, precipitação por anti-solvente, e destilação. Depois destes processos, a glicerina passou por um processo de caracterização novamente; foram observados: aparência, presença de acroleína, glucose e substâncias amoniacais, presença de sulfatos, presença de sacarose, pH, densidade e teor de glicerol. Ao fim de todos os tratamentos e análises, obteve-se um teor de glicerol de aproximadamente 87%, e a glicerina purificada tinha traços de acroleína e glicose, e não continha sulfatos, sacarose e substâncias amoniacais.*

Palavras-Chave: *Glicerina. Biodiesel. Óleo Residual. Purificação.*

Abstract: *The present research aims to purify the glycerin that comes from biodiesel for a future application in industry. Firstly, methyl biodiesel was made from residual cooking oil. Then, the glycerin obtained went through processes of characterization and the following points were examined: appearance, pH, density, humidity, acidity level and glycerol level. The purification consists of: washing with hexane, acidification, neutralization, adsorption by activated carbon, salting-out and distillation. After these processes, the glycerin was characterized again; several properties were examined, namely: appearance, presence of acrolein, glucose and ammoniacal substances, presence of sulphates, presence of sucrose, pH, density and glycerol level. At the end of the treatments and analyzes, the glycerol level was about 87%, and the glycerin had traices of acrolein and glucose, e didn't contain sulfates, sucrose and ammoniac substances.*

Keywords: *Glycerin. Biodiesel. Residual Cooking Oil. Purification.*

1 Introdução

O óleo de cozinha utilizado para fazer frituras faz parte de um dos resíduos gerados diariamente nos lares, indústrias e estabelecimentos do país (KUNKEL, 2010, p.51). Por não ser biodegradável acaba fazendo com que o seu aumento seja preocupante. Cada litro de óleo despejado no esgoto tem capacidade para poluir cerca de um milhão de litros de água, quantidade correspondente ao consumo de uma pessoa durante 14 anos (SABESP, 2010 Apud KUNKEL, 2010, p.53). Por isso há grandiosa necessidade de definir um destino ambientalmente correto para este resíduo.

Um possível produto que deriva do óleo residual de cozinha é o biodiesel, o qual é definido pela Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005, como “um combustível para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável e biodegradável, derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais” (ANVISA, 2008 Apud SILVA, 2014). A síntese do biodiesel envolve, basicamente, a reação de transesterificação, em que um mol de triacilglicerol reage com três mols de álcool, na presença de um catalisador, como mostra a Figura 1 (RAMOS *et al.*, 2011, p. 391). Após a reação, a massa reacional final é constituída de duas fases. A fase mais densa é a glicerina bruta e a fase menos densa é o biodiesel (MMA, 2006).

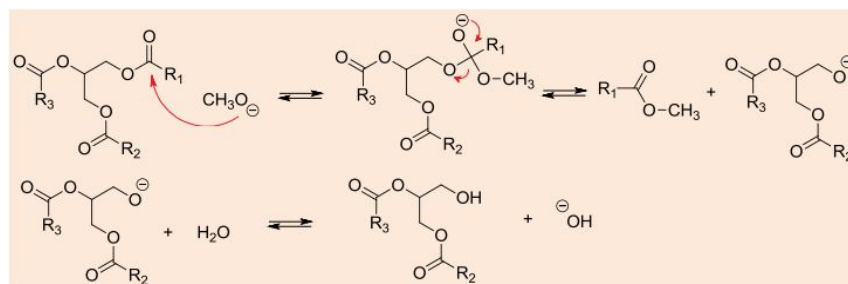


Figura 1. Mecanismo de reação de transesterificação.
Fonte: RAMOS *et al.*, 2011, p. 392.

Em 2005 o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) lançou o Programa Nacional de Agroenergia e o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel. Em 2016 foi sancionada uma lei que aumenta os percentuais de adição de biodiesel vegetal ao óleo diesel fóssil, haverá o incremento de um ponto percentual a cada 12 meses, dos atuais 7% para 8% em 2017 (PORTAL BRASIL, 2016). Com isso, além de aumentar o percentual do biodiesel no diesel, aumentará também a produção de biodiesel, e assim haverá mais glicerina sendo gerada.

Estima-se uma oferta de 138 milhões de litros/ano de glicerol no ano 2010 (MME, 2007 Apud FERREIRA, 2009). No entanto, até o ano de 2006 a demanda da glicerina no Brasil foi de 11,12 milhões de litros/ano segundo a Associação da Indústria Química Brasileira (ABIQUIM, 2007 Apud FERREIRA, 2009). Diante disso, torna-se necessário que as indústrias empreguem mais glicerina com o objetivo de superar a sua oferta.

O glicerol ou propan-1,2,3-triol (IUPAC, 1993), é um composto orgânico pertencente à função álcool com três hidroxilas com fórmula molecular $C_3H_8O_3$, como

mostra a Figura 2, (FELIZARDO *et al.*, 2003 Apud FERREIRA, 2009). A glicerina é conhecida por diversos nomes, dependendo do seu grau de pureza. A substância pura é chamada de glicerol, enquanto o termo glicerina é empregado para denominar as misturas com diferentes graus de pureza (CORDOBA, 2011).

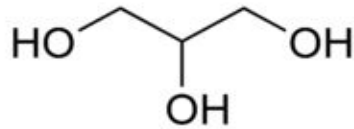


Figura 2. Estrutura do Glicerol
Fonte: Google Imagens.

A glicerina bruta vegetal apresenta 30% de impurezas, o que evidencia a necessidade de purificá-la, a fim de viabilizar seu emprego no setor industrial. As principais impurezas presentes na glicerina oriunda do biodiesel são catalisador, álcool e ácidos graxos. Estas impurezas dependem da natureza da oleaginosa e do tipo de catálise empregada na preparação do biodiesel (FERREIRA, 2009 Apud FERRARI *et al.*, 2005).

Ainda, a glicerina se apresenta como um líquido viscoso, inodoro, incolor, higroscópico, solúvel em água e álcool e insolúvel em éter e clorofórmio (APOLINÁRIO *et al.*, 2012). Devido às suas propriedades físico-química a glicerina consegue ser utilizada em vários tipos de indústria, podendo ser empregada em uma ampla variedade de produtos como, cosméticos, químicos e farmacêuticos (FERREIRA, 2009; SIMONELLI, 2011).

Entretanto, com o aumento na produção do biodiesel, impulsionado por políticas governamentais, a glicerina passou a ser um inconveniente. A queima em caldeiras, visando o aproveitamento do seu poder calorífico, é uma das finalidades mais empregadas ultimamente, porém, a liberação de compostos tóxicos durante a queima da glicerina, como a acroleína, é um problema ambiental (DE BONI, 2008, Apud MENDES, 2012, p. 02).

O propósito da pesquisa é a purificação da glicerina residual do biodiesel que possua um nível de pureza maior ou igual a 60% e a partir disso, identificar possíveis utilizações para a indústria.

2 Materiais e Métodos

2.1 Materiais

Foram adquiridos, aproximadamente, 3 L de óleo residual de cozinha, os quais passaram por uma filtragem com palha de aço antes da coleta, para então iniciar-se a síntese do biodiesel.

Para a síntese do biodiesel e análises da glicerina bruta e purificada foram utilizados: hidróxido de sódio (Dinâmica, 97%) álcool metílico (Dinâmica, 99,8%), cloreto férrico (97%), éter etílico (Vetec, 95%), etanol (Dinâmica, 95%), fenolftaleína (1%), periodato de sódio (Vetec, 99,8%), ácido sulfúrico (Alphotec, 98,08%), etilenoglicol (Dinâmica, 99,5%), nitrato de prata (Química Moderna, 99%), hidróxido de potássio (Dinâmica, 85%), ácido clorídrico (Neon, 37%), cloreto de bário (Alphotec, 1%), reagente de Fehling, hexano (Vetec, 65%) ácido sulfúrico (Alphotec 98,7%), carvão ativado (ALPHATEC), etanol (Dinâmica, 99,8%), água destilada, verde de bromocresol, etilenoglicol (Dinâmica, 99,5%), béquer, balão de fundo redondo, funil de separação, proveta, pérolas de vidro, manta de aquecimento, sistema de refluxo, tubos de ensaio, erlenmeyers, buretas, densímetro, placa de Petri, pHmetro (MSTECNOPON Instrumentações, modelo AC-100), estufa (BRASDONGO, modelo 3), chapa de aquecimento (SOLAD, modelo 91), barra magnética, centrífuga (Solab, SL 702), sistemas de evaporação rotativa, filtração a vácuo, banho termostático, phmetro (MSTECNOPON Instrumentações, modelo AC-100) com agitação magnética e tubos Falcon.

2.2 Síntese do Biodiesel

A metodologia utilizada foi adaptada de Guedes *et al.* (2010), que consiste na preparação do biodiesel metílico de soja. Inicialmente foram pesadas 50 g de óleo residual em um balão de fundo redondo de 250 mL. Em paralelo, foram dissolvidos completamente 0,360 g de NaOH em 20 mL de metanol, procedimento que ocorreu na capela devido à toxicidade do metanol. A solução de metóxido de sódio (CH_3ONa) foi adicionada ao balão com o óleo residual. Essa mistura reacional foi mantida sob refluxo por, aproximadamente 1 h, a 60 °C.

Após a mistura resfriar, o seu conteúdo foi transferido para um funil de separação, onde ocorreu a separação da mistura. Assim, foi removido a fase mais densa, correspondente a glicerina, para a execução da presente pesquisa.

2.3 Caracterização da Glicerina Bruta

2.3.1 Aparência

Para a análise da aparência da glicerina bruta, foi realizada uma comparação com uma solução de cloreto férrico a 0,8% (m/v). As soluções de cloreto férrico e glicerina foram colocadas em tubos Nessler sobre um fundo branco (MORITA e ASSUNÇÃO, 1972 Apud FERREIRA, 2009) e foi feita uma comparação visual entre as duas.

2.3.2 Índice de Acidez

Para a realização do índice de acidez foram depositadas 5 g de glicerina bruta em um erlenmeyer de 250 mL, este procedimento foi realizado em triplicata. Em paralelo, foi

preparada uma solução de éter etílico e etanol (2:1), e posteriormente, foram adicionados 10 mL da solução éter-álcool em cada um dos três erlenmeyers com glicerina. Logo após, foram adicionadas três gotas da solução indicadora fenolftaleína, e então, esta solução foi titulada com NaOH (0,1 M), até o pH estabilizar próximo de 7, sendo que a coloração deve persistir por, no mínimo, 30 segundos.

2.3.3 pH

A medição do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada com um pHmetro, calibrado com as soluções tampões de pH 4 e 7.

2.3.4 Densidade

A medição da densidade foi realizada com um densímetro, no qual a glicerina foi adicionada a uma proveta de 250 mL e o densímetro foi depositado no mesmo local para ocorrer a medição.

2.3.5 Umidade

Para a medição de umidade foi utilizado um método gravimétrico, no qual foram depositados 10 g de glicerina em uma placa de Petri, que permaneceu durante 1 h em uma estufa, à 100 °C; após a placa esfriar, a mesma foi levada a um dessecador. Segundo Ohlweiler (1981, Apud FERREIRA, 2009) “a diferença entre a massa da amostra inicial e final é a quantidade de água”.

2.3.6 Quantidade de Glicerol

O teor de glicerol foi verificado a partir do método de periodato de sódio (NaIO_4) que consistiu na diluição da amostra previamente pesada, aproximadamente 0,1000 g de glicerina, em 5 mL de água destilada, com a adição de 2 a 3 gotas de verde de bromocresol; então, foi realizada a acidificação da solução com ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1 M, até atingir o pH 4. Após esta etapa, foi feita uma neutralização com hidróxido de sódio (NaOH) 0,05 M até o aparecimento da coloração azul e adicionaram-se 10 mL de periodato de sódio 0,280 M.

A amostra foi mantida no escuro por 30 min e em seguida foi adicionado 1 mL de etilenoglicol (99,5%), e novamente a solução permaneceu no escuro por mais 20 min. Em seguida, a amostra foi diluída em 30 mL de água destilada e foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) 0,125 M, sob agitação magnética e com auxílio de um pHmetro para a determinação do pH ao final da titulação, que deve ser igual a 8,1 (LOPES, 2012 Apud FERREIRA, 2009). O percentual de glicerol foi determinado pela Equação 1.

$$\text{Glicerol (\% m/m)} = [9,209 \cdot N \cdot (V1 - V2)] / m^1 \quad (1)$$

¹ N: concentração do NaOH (mol.L⁻¹)

2.4 Purificação da Glicerina

Para a purificação da glicerina foram realizados tratamentos como: lavagem, acidificação, centrifugação, neutralização, adsorção por carvão ativado, *salting-out* e destilação fracionada.

A lavagem da glicerina foi realizada em dois funis de separação de 500 mL, sendo que sua massa foi dividida para cada um dos funis. A lavagem da glicerina foi feita três vezes utilizando 30 mL de hexano.

Após a lavagem a glicerina passou por uma acidificação com ácido sulfúrico (H_2SO_4) 3 M até atingir aproximadamente o pH 4; durante este processo, a glicerina foi aquecida a, aproximadamente, 60 °C. As fases formadas foram depositadas em tubos falcon para a que fossem centrifugados a 2500 rpm por 10 min. Algumas amostras foram separadas por um funil de separação, e outras foram novamente centrifugadas a 3000 rpm para um melhor rendimento das amostras, e então foram separadas.

Na próxima etapa, a glicerina passou por uma neutralização com hidróxido de sódio (NaOH) 6,0 M, até atingir um pH entre 6,5 e 7,5.

Em continuidade foi realizada a adsorção da glicerina por carvão ativado (1% (p/p)). Esta etapa tem como principal objetivo retirar da glicerina odores, pigmentos e possíveis íons metálicos. Foram utilizados aproximadamente 0,1 g de carvão previamente seco, que foi adicionado em um béquer contendo 100 g de glicerina; a solução foi deixada por 1 h sob agitação magnética a 40 °C.

Então, a glicerina passou por uma etapa que contribuiu para a precipitação de sais ainda presentes na mesma: o *salting-out* (ou precipitação por anti-solvente). Nesta etapa foi adicionado etanol (2:1, em relação ao volume de glicerina). Posteriormente, a mistura foi centrifugada para que ocorresse a separação entre glicerina e sais. Ao fim, o etanol foi removido por uma destilação a vácuo com evaporador rotativo.

Por último, foi realizado um processo de destilação fracionada.

2.5 Caracterização da Glicerina Purificada

2.5.1 Aparência, pH, Teor de Glicerol e Densidade

A metodologia utilizada para verificar a aparência, o pH, o teor de glicerol e a densidade foram a mesma utilizada para caracterizar a glicerina bruta.

2.5.2 Presença de Cloretos

Para a presença de cloretos em uma solução de 10 g de glicerol foram adicionadas 5 gotas de uma solução de nitrato de prata (1% m/v). Então, a solução foi

V1: volume de NaOH gasto na titulação da amostra (mL)

V2: volume de NaOH gasto na titulação do branco (mL)

m: massa de amostra utilizada (g)

agitada e foi observado se a mesma turvaria ou não, pois segundo Ferreira (2009) se a solução turvar é porque há presença de cloretos.

2.5.3 Presença de Acroleína

Para a verificação da presença de acroleína, glicose e substâncias amoniacais foram misturadas 5 mL de glicerol com a mesma proporção de uma solução aquosa de hidróxido de potássio (10% m/v); essa mistura foi aquecida a 60 °C por 5 min. Ao final, a mistura não deve ter coloração amarelada, o que indicaria o desprendimento de amônia (FERREIRA, 2009).

2.5.4 Presença de Sulfatos

Para presença de sulfatos em uma amostra de 300 mL de glicerol (10%, m/v) foram adicionadas 3 gotas de uma solução de ácido clorídrico (10%, m/v) e 5 gotas de uma solução de cloreto de bário P.A. (1% m/v); não deve haver turbacão nem precipitação (FERREIRA, 2009).

2.5.5 Presença de Sacarose

No teste de presença de sacarose foram adicionados 6 mL de ácido sulfúrico 0,5 M em 4 mL de glicerol e a solução foi aquecida durante 1 min. Quando resfriou, a solução foi neutralizada com hidróxido de sódio 0,5 M. Foram adicionados 5 mL de reagente de Fehling² e a mistura foi aquecida até entrar em ebulição, ficando por mais 1 min em aquecimento. Ao final a mistura não deve apresentar coloração avermelhada (FERREIRA, 2009).

3 Resultados e Discussões

3.1.Síntese do Biodiesel

Seguindo a metodologia descrita foi sintetizado o biodiesel a partir de aproximadamente 2,8 L de óleo residual de cozinha, previamente filtrados. Ao longo de 8 dias foram realizados 57 processos de síntese.

O biodiesel (aproximadamente 2,5 L) foi entregue a outro projeto de pesquisa do IFSC que o utilizaria, e as 552 g de glicerina produzidas como subproduto da síntese foram caracterizadas e seguiram para a purificação.

3.2.Caracterização glicerina bruta

Em relação a aparência, a glicerina bruta apresentou uma coloração mais escura, como mostra a Figura 3, que compara a solução de FeCl₃ utilizada como parâmetro de

² Este reagente é preparado dissolvendo 35,6 g de sulfato de cobre em quantidade suficiente de água purificada, completando um volume de 500 mL.

análise, a solução ficou armazenada durante aproximadamente um mês em um frasco, o motivo pelo qual apresenta está cor mais intensa.

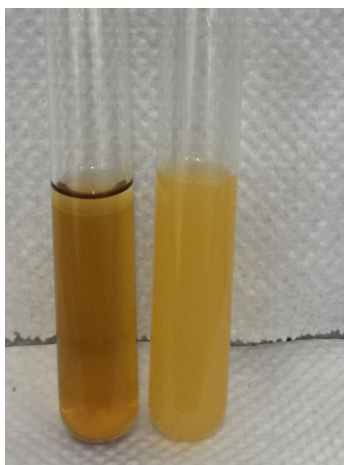


Figura 3. Aparência da glicerina bruta (esquerda) em comparação ao cloreto férrico (direita).

Baseados nos parâmetros utilizados por Morita e Assunção, (1972 Apud FERREIRA, 2009) a cor observada não deve ser mais intensa que a cor apresentada pela solução padrão. A coloração mais intensa da glicerina provém da origem do óleo, impurezas e excessos reacionais contidas na amostra.

Os valores obtidos através das medições de umidade, pH, densidade, índice de acidez e teor de glicerol estão apresentados na Tabela 1, em relação com a glicerina comercial:

Tabela 1. Medições das Propriedades da Glicerina Bruta em relação a Glicerina Comercial.

Análise	Glicerina produzida bruta	Glicerina PA
Umidade	30,09%	0,5%
pH	10,25	3,98
Densidade	1,01 g/cm ³	1,26 g/cm ³
Índice de acidez	0,42	0,26
Teor de glicerol	41,44%	99,7%

A glicerina produzida nas usinas de biodiesel do Brasil possuem em média 9,7% de umidade (OLIVEIRA *et al.*, 2013); assim, a glicerina produzida pelo grupo apresenta teor acima do índice. A porcentagem de água presente na amostra pode ser provinda da reação de síntese do biodiesel, no qual são adicionadas quantidades significativas de soluções aquosas.

O pH da glicerina bruta foi básico devido a catálise básica realizada durante o processo de síntese do biodiesel, o que já era previsto. O teor de glicerol presente no volume de glicerina bruta foi de aproximadamente 42%. Como o produto ainda contém excessos reacionais além da presença de ácidos graxos, esse valor usualmente permanece nessa faixa, como pode ser visto também nos estudos de Medeiros *et al.* (2015).

3.3 Purificação da Glicerina Bruta

Foram realizadas 3 lavagens da glicerina com hexano. Essas lavagens fizeram com que a mistura formasse duas fases: uma de glicerina e outra de ácidos graxos com hexano. O hexano foi utilizado devido a sua polaridade, ou seja: por ser apolar, o hexano não se mistura com a glicerina e acaba formando uma mistura homogênea com os ácidos graxos (apolares) presentes na glicerina bruta. Assim, as fases foram separadas para a continuação do tratamento. Também, notou-se que após a separação a glicerina adquiriu coloração mais clara, devido a retirada de ácidos graxos.

A próxima etapa do tratamento é a acidificação; durante esta etapa o ácido sulfúrico reage com os sabões que estão presentes na glicerina e acabam formando ácidos graxos e um sal, que é formado pelo ânion SO_4^- , oriundo do ácido sulfúrico, e pelo cátion Na^+ , originário do sabão (Figura 4) (BAILEY e HUI, 2006 Apud OPPE *et al.*, s/a). Assim, ocorre a formação de fases (glicerina, ácidos graxos e sais), o que possibilita a separação.

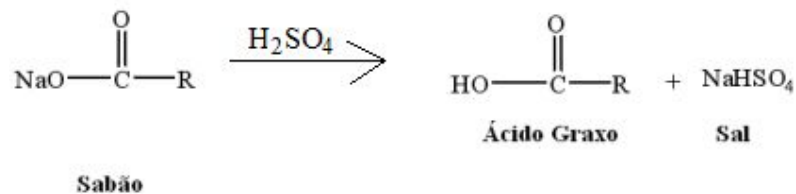


Figura 4. Reação entre ácido sulfúrico e o sabão presente na glicerina.

Fonte: OPPE *et al.* (s/d), adaptada pelo grupo.

Após acidificação (quando atingiu-se pH desejado), a mistura resultante foi colocada em tubos falcon para que fossem centrifugadas a 2500 rpm durante 10 min, processo realizado para aumentar a eficiência da separação entre as misturas. Ao fim deste processo, observou-se que além destes ácidos graxos, também havia ocorrido a formação de sabão (em razão da acidificação), que foi separado juntamente com os ácidos da glicerina.

Durante o processo de neutralização da glicerina o grupo teve dificuldades em chegar até o pH desejado, pois o pH oscilava entre os extremos. Esta técnica tem como objetivo retirar da glicerina ácidos graxos e substâncias não metálicas, transformando-os em um produto da reação de saponificação (BIODIESEL, 2007). Devido a dificuldade

durante o processo, o grupo optou por deixar a glicerina básica antes da próxima etapa do tratamento e realizar mais uma centrifugação, foi possível observar mais sais e sabão sendo separados da glicerina, indicando que, mesmo depois dos métodos já utilizados, havia a presença de ácidos graxos na glicerina, mesmo que em pouca quantidade.

Após a centrifugação foi realizado a adsorção por carvão ativado; o carvão ativado apresenta uma alta porosidade interna, contendo micro, meso e macroporos, que auxiliam na retenção de impurezas (HOFFMANN, 2011). Porém, o carvão ativado pode deixar de ser eficiente se todos os seus poros estiverem preenchidos (SOUZA, s/a), deixando impurezas no meio em que fora colocado.

Ao fim deste processo, a glicerina foi separada por filtração simples do carvão. Notou-se que a cor da glicerina ficou mais clara, porém, era visível a presença de carvão na mesma. Então, optou-se por fazer uma filtração a vácuo, para que o carvão que estava presente na glicerina fosse de fato eliminado, assim como possíveis impurezas.

O processo de *salting-out* possibilitou que diversos sais que ainda estavam presentes na glicerina precipitassem, contribuindo para que o excesso de sais, gorduras e ácidos fossem retirados. Isso ocorre pois o reagente utilizado aumenta o coeficiente de distribuição dos solutos, afetando o equilíbrio químico da mistura e fazendo com que as impurezas precipitem (COSTENARO, 2009).

Ao fim, a massa de glicerina resultante dos processos de purificação passou por uma destilação fracionada, garantindo que toda a água e etanol que foram adicionados durante os tratamentos (acidificação e neutralização, por exemplo) fossem separados da glicerina purificada. Por ser polar, a glicerina é fortemente solúvel em água, e quando a mesma se apresenta em forma diluída, tem um baixo teor de glicerol, o que não é apropriado para a presente pesquisa.

Ao fim, obteve-se 136,98 g de glicerina purificada, tendo um rendimento de 24,83% em relação à massa inicial de glicerina. O baixo rendimento pode ser explicado pelas perdas de massa que ocorreram nos processos de tratamento e caracterizações, que em muitos casos ocorreram em duplicata ou triplicata e pela alta quantidade de impurezas (ácidos graxos e sabão, por exemplo) presentes na glicerina bruta. Vale ressaltar que durante o tratamento foram retiradas 277,12 g de impurezas da glicerina, o que contribuiu fortemente para um menor rendimento.

3.4 Caracterização da Glicerina Purificada

Ao final do processos de purificação da glicerina, a mesma passou por um processo de caracterização, onde foram observados diversos parâmetros. As propriedades já analisadas na glicerina bruta foram analisadas novamente na glicerina purificada; os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Medições das Propriedades da Glicerina purificada em relação a Glicerina Comercial.

Análise	Glicerina purificada	Glicerina PA
Umidade	2,48 g	0,32 g
pH	5,03	3,98
Densidade	1,19 g/cm ³	1,26 g/cm ³
Teor de glicerol	86,33%	99,7%

O teor de glicerol obtido pelo grupo é um valor que corrobora, considerando os resultados de outras pesquisas já realizadas, que apresentam maiores valores de teor de glicerol em razão de tratamentos mais desenvolvidos, com troca iônica.

Quanto a aparência da glicerina purificada podemos observar na Figura 5 a sua coloração em relação a solução de cloreto férrico, esta solução foi refeita, pois a solução inicial utilizada para a caracterização da glicerina bruta apresentou precipitados, devido ao tempo de armazenamento.

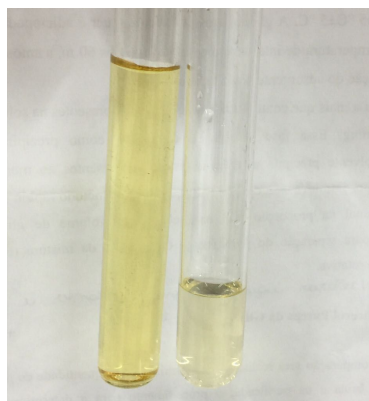


Figura 5. Aparência da glicerina purificada (direita) em relação a solução de cloreto férrico (esquerda).

Nota-se que a glicerina purificada apresenta uma coloração ideal, sendo mais clara do que a solução de cloreto férrico. Também, a umidade da glicerina purificada comparada à glicerina bruta diminuiu, o que pode indicar que a glicerina purificada contém uma quantidade menor de água em sua composição, o que é um fator positivo, pois a glicerina é altamente solúvel em água (ambas são polares), porém, a água faz com que a concentração de glicerol diminua.

Para a verificação da presença de acroleína, glicose e substâncias amoniacais, foi realizada a adição de hidróxido de potássio, no qual foi possível observar a presença de substâncias específicas que são contaminantes da glicerina, o que foi indicado pela cor amarelada. Em relação ao odor, conseqüentemente, não houve desprendimento de amônia.

Para o teste de presença de sulfatos foi adicionado a solução de glicerina e água, 3 gotas de uma solução de ácido clorídrico e 5 gotas de uma solução de cloreto de bário.

Como resultado não houve turvação e nem precipitação de substâncias, ou seja, a glicerina purificada não possui sulfatos em sua composição.

No teste de presença de sacarose, a solução não poderia ficar avermelhada. O que obtivemos foi uma solução de coloração azul esverdeada. Os íons Cu^{+2} que estavam presentes na solução não reduziram e não oxidaram, pois não entraram em contato com nenhuma carbonila do carboidrato (sacarose) que o faria tornar vermelho. Assim, é possível chegar a conclusão de que na glicerina purificada não há presença de sacarose.

3.5 Utilização da Glicerina na Indústria

A glicerina purificada e com um alto teor de glicerol tem uma ampla quantidade aplicações industriais. Hoje, a glicerina é utilizada em cerca de: 25% em alimentos e bebidas, principalmente como umectante e amaciante; 50% em cosméticos e medicamentos, e os restantes 25% em resinas e outras aplicações químicas, entre elas a dinamite (SILVA, 2010 Apud AMSTALDEN, 2009).

Cada uso demanda de níveis mínimos de pureza para serem utilizados, requerendo-se, preferencialmente, teores entre 80 a 95% e, em torno 99,5%, no caso da chamada glicerina técnica e na aplicada na indústria farmacêutica (MEDEIROS *et al.*, 2015).

A glicerina pode ser utilizada, por exemplo, na alimentação animal como ingrediente de rações, e deve conter no máximo 150 ppm de metanol, 12% de umidade e no mínimo 80% de glicerol (LOPES, 2012 Apud SILVA, 2010).

A glicerina é utilizada na indústria tabagista na armazenagem das folhas do tabaco, que com o tempo se tornam secas e quebradiças; já com a pulverização, a glicerina age como agente umectante tornando as folhas de tabaco mais resistentes e plásticas. Também é utilizada na composição de filtros de cigarros e como transportadora de aromas.

Como o glicerol presente na glicerina não é tóxico nem causa irritação, ele é amplamente utilizado na indústria farmacêutica e cosmético, tendo que ter um teor de glicerol igual ou acima de 99,5%; é utilizado como umectante para cremes, cápsulas de remédios, pomadas, antibióticos e entre outros remédios, além da nitroglicerina pode ser usada como base na fabricação de explosivos como o dinamite, que também é um forte vasodilatador.

Segundo Morrison (1994 Apud FERREIRA, 2009) o glicerol pode ser usado como umectante e agente suavizante em doces, bolos e sorvetes, retardando a cristalização do açúcar; como solvente e agregador de consistência em flavorizantes e corantes; usado também para conservar bebidas e alimentos tais como: refrigerantes, balas, pastas de queijo e carne, ração animal seca.

A glicerina também pode ser utilizada em várias outras indústrias tais como: agricultura, polímeros e elétrica e eletrônica. Ainda, diversas pesquisas têm se desenvolvido para a expansão do mercado utilizando a glicerina.

4 Considerações Finais

O óleo usado na cozinha é um resíduo não biodegradável, e para evitar danos ao meio ambiente um destino que vem sendo apoiado por políticas governamentais é a produção de biodiesel a partir do óleo residual de cozinha. Tendo em vista que a produção de biodiesel gera considerável quantidade de glicerina, e que por ser impura consequentemente não pode ser destinada em qualquer ambiente, o presente trabalho teve como objetivo purificar a glicerina resultante do processo de síntese de biodiesel com óleo residual de cozinha, afim de obter sua pureza e gerar assim um destino eficiente e consciente.

A metodologia usada para a purificação resultou em uma porcentagem relativamente alta, levando em consideração os meios e instrumentos disponíveis. Nesse sentido, com 86,33% de teor de glicerol presente na glicerina purificada, cumprimos com dois objetivos específicos determinados: o de purificação e o de que a mesma atingisse a pureza com valor igual ou maior que 60%.

Ainda, conseguimos cumprir o objetivo do tratamento a partir dos resultados da caracterização da glicerina tanto bruta como purificada, cumprindo com o terceiro objetivo. A glicerina purificada não apresentou sulfatos e sacarose; os testes também mostraram a presença de acroleína e glicose. Assim, é possível concluir que a metodologia não se mostrou efetiva na remoção destes compostos, o que pode ser o possível interferente para o teor de glicerol não ter atingido um valor mais alto, além da grande quantidade de água que foi sendo adicionada à glicerina com as soluções do tratamento, que no final, apesar da destilação feita na tentativa de removê-la devido às duas apresentarem polaridade, fez com que a separação não fosse completa.

O trabalho também trouxe como um objetivo a possível aplicação industrial da glicerina purificada. Como as indústrias exigem diferentes níveis de pureza da glicerina, dependendo da área em que a glicerina será utilizada, podemos proferir que o teor de glicerol obtido pelo grupo pode ser aplicado em indústrias de ração animal (seguindo a quantidade certa de metanol), assim como na indústria do tabaco e, atualmente, muito usado plastificante para concreto bombeado, ou pode ser aplicada como fluido para perfuração de poços de petróleo.

5 Agradecimentos

Ao professor Daniel Spudeit, que esteve orientando inicialmente o nosso projeto, e ao professor Giovani Pakuszewski por sempre tirar nossas dúvidas. Aos docentes

envolvidos, assim como aos estagiários do laboratório, Giuliard e Marlon, que contribuíram com ajuda de diversas formas. Ao IFSC pelo espaço cedido.

Referências

- APOLINÁRIO, Fagner Dimas Barreto; PEREIRA, Giliaster de Freitas; FERREIRA, Jonathan Pedro. **Biodiesel e Alternativas para utilização da glicerina resultante do processo de produção de biodiesel**. 2012. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/BolsistaDeValor/article/view/2406/1295>>. Acesso em: 27 de mar. de 2017.
- BIODESEL. **Equipamentos: Pré-tratamento e processamento de biodiesel**. 2007. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/revista/017/por-dentro-de-uma-usina-2.htm>>. Acesso em: 9 jun. 2017.
- CORDOBA, Aymer Y. Maturana. **Estudo da Combustão direta da glicerina bruta e loira como alternativa de aproveitamento energético sustentável**. 2011. Tese - Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.
- COSTENARO, Hellen Sonego. **Hidrólise ácida e retirada de sais da glicerina bruta proveniente da produção de biodiesel**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- FERREIRA, Marciolina de Oliveira. **Purificação da Glicerina Bruta Obtida a Partir da Transesterificação de Óleo de Algodão**. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2009.
- KUNKEL, Neidi; REQUE, Patrícia Tambosi. **Quantificação do Óleo Residual de Fritura Gerado no Município de Santa Maria-RS**. Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v. 11, n. 1, p. 51, 2010. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/36/Tecnologicas%202010/05.pdf>>. Acesso em: 27 de mar. de 2017.
- LOPES, Ana Paula. **Purificação da Glicerina Residual da Produção de Biodiesel**. 2012. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4818/1/AP_COPEQ_2012_1_01.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2017.
- MEDEIROS, Janaína F.; ALMEIDA, Fernanda N. C. de; SANTOS, Lucas F. dos; GOMES, Maria C. S.; PEREIRA, Nehemias C. **Caracterização da glicerina proveniente da produção de biodiesel por rota etílica e metílica**. I Congresso nacional de engenharia de petróleo, gás natural e biocombustíveis, 2015. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conepetro/trabalhos/Modalidade_4datahora_30_03_2015_18_40_50_idinscrito_1650_3fac5794940e847562f03327b56e33e0.pdf>. Acesso em: 08 jun 2017.
- MENDES, Danylo Bezerra; SERRA, Juan Carlos Valdés. **Glicerina: uma abordagem sobre a produção e o tratamento**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 13, n. 20, p. 02, 2012. Disponível em: <[http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2013.%20n.%2020%20\(2012\)/4.Glicerina%2023.11.pdf](http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2013.%20n.%2020%20(2012)/4.Glicerina%2023.11.pdf)>. Acesso em: 27 de mar. de 2017.

MMA: Ministério do Meio Ambiente. **Identificação das Alternativas Tecnológicas de Controle, Tratamento e Reuso de Resíduos Industriais**. 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/arquivos/item_8.pdf>. Acesso em: 27 de mar. de 2017.

OLEIVEIRA, Jackson Silva e; ANTONIASSI, Rosemar; FREITAS, Sidnéia Cordeiro de; MULLER, Marcelo Dias. **Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal**. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n3/a7713cr6310.pdf>>. Acesso em: 24 mai. 2017.

OPPE, Evelyn E. G.; COSTENARO, Hellen S.; SALVAGINI, Wilson M.; TAQUEDA, Maria E. S. **Separação de impurezas da Glicerina Bruta obtida da produção de Biodiesel a partir do sebo bovino**. S/d. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_06/artigos/294.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2017.

PORTAL BRASIL. **Aumento do biodiesel no diesel ajudará Brasil a cumprir metas ambientais, afirma Dilma**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/10/producao-de-biodiesel-cresce-em-2015-com-media-de-65-mil-barris-diaros-de-janeiro-a-julho>>. Acesso em: 27 de mar. de 2017.

RAMOS, L. P.; SILVA, F. R.; MANGRCH, A. S.; CORDEIRO, C. S.. **Tecnologias de Produção de Biodiesel**. Rev. Virtual Química, 2011, p. 391-393. Disponível em: <<http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/1285870/52/Tecnologiasdeproducaodebiodiesel.pdf>>. Acesso em: 27 de mar. de 2017

SILVA, Paulo Regis Ferreira da; FREITAS, Thais Fernanda Stella de. **Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível**. Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.3, p.845, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n3/a44v38n3.pdf>>. Acesso em: 27 de mar. de 2017.

SILVA, Camila Leão Silveira da. **Glicerina proveniente da produção de biodiesel como ingrediente de ração para frangos de corte**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

SOUZA, Líria Alves de. **Carvão ativado**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/carvao-ativado.htm>>. Acesso em: 9 jun. 2017.