

Production of soaps with essential oils as a sustainable alternative for reusing waste vegetable oil

Produção de sabonetes com óleos essenciais como uma alternativa sustentável para o reaproveitamento do óleo vegetal residual

Article Info:

Article history: Received 2023-10-01 / Accepted 2023-11-20 / Available online 2023-11-24

doi: 10.18540/jcecv19iss9pp17369-01e



Amanda Karoline Varela de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5001-0955>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN, Brasil

E-mail: amandakarolvm@gmail.com

Ingrid de Carvalho Follone

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6576-3802>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN, Brasil

E-mail: ingridfollone@msn.com

Caterine Moreira Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8423-5507>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN, Brasil

E-mail: caterinemfernandes@gmail.com

Álvaro Gabriel de Souza Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6143-8064>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN, Brasil

E-mail: alvaro.souza.araujo.10@gmail.com

Geraldine Angélica Silva da Nóbrega

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2729-1197>

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, RN, Brasil

E-mail: geraldinenobrega@ufersa.edu.br

Resumo

Neste artigo é apresentada uma perspectiva verde para o reaproveitamento de óleo vegetal residual na fabricação de sabonete. No Brasil, são geradas toneladas de resíduos a partir de óleos alimentares usados. Portanto, é necessário diversificar os mecanismos de reaproveitamento desses resíduos, de forma a transformá-los novamente em matéria-prima. O óleo vegetal corresponde a principal matéria prima para a produção de sabonete. Seguindo esta tendência, este trabalho teve como objetivo reutilizar óleo vegetal residual na produção de sabonetes, mas para isso este foi submetido a adequação por meio de filtração e purificação. Os resultados validaram um elevado potencial da ideia no campo da conscientização ambiental, para que possa ser replicada em aulas práticas e atividades de extensão universitária. Também pode ser útil para a gestão de resíduos e pode apoiar o desenvolvimento de projetos comunitários numa abordagem ecológica.

Palavras-chaves: Óleo vegetal residual. Óleo essencial. Saponificação.

Abstract

This article presents a green perspective on the reuse of waste vegetable oil in the manufacture of soap. In Brazil, tons of waste are generated from used cooking oils. Therefore, it is necessary to diversify the mechanisms for reusing these wastes, to transform them back into raw materials. Vegetable oil is the main raw material for soap production. Following this trend, this work aimed to

reuse residual vegetable oil in the production of soaps, but for this purpose, it was subjected to adaptation through filtration and purification. The results validated the idea's high potential in the field of environmental awareness so that it can be replicated in practical classes and university extension activities. It can also be useful for waste management and can support the development of community projects in an ecological approach.

Keywords: Residual vegetable oil. Essential oil. Saponification.

Nomenclatura

Abreviações

NaOH: hidróxido de sódio;
 HCl: ácido clorídrico;
 KOH: hidróxido de potássio;
 OECC: óleo essencial de Capim Santo;
 OEMO: óleo essencial de Cidreira;
 OEEU: óleo essencial de Eucalipto;
 OEHS: óleo essencial de Bamburral;
 OECS: óleo essencial de Marmeleiro;
 OESC: óleo essencial de Malva Branco;
 OEAS: óleo essencial de Alecrim;
 AGT: ácidos graxos totais;
 AGO: ácidos graxos oxidados;
 ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Símbolos e unidades

%p/p: porcentagem em peso do soluto por peso do solvente;
 %m/v: porcentagem em massa do soluto por volume da solução;
 ρ : massa específica/densidade;
 g: grama;
 kg: quilograma;
 mg: miligrama;
 L: litro;
 mL: mililitro;
 M: molaridade;
 N: normalidade.

1. Introdução

A baixa solubilidade dos óleos vegetais em água constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, causam problemas no tratamento de água. A presença deste material, além de diminuir a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico impedindo a transferência do oxigênio da atmosfera para a água, reduzem o oxigênio dissolvido, elevando a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), causando alterações no ecossistema aquático (Dabdoub, 2006). A adoção de padrões de produção e consumo sustentáveis, assim como o gerenciamento adequado dos resíduos gerados pela indústria alimentícia, são medidas que visam reduzir significativamente os impactos negativos causados pela cadeia produtiva ao ambiente e à saúde humana (Spadotto e Ribeiro 2007; Besen *et al.*, 2014).

Na falta de regularização e fiscalização, o óleo saturado é descartado, na maioria das vezes, nos ralos de pias ou em terrenos baldios, causando efeitos nocivos, como a poluição do solo e das águas. A graxa funciona como um aglutinador de resíduos, na rede de esgoto (Silva, 2013). Estima-se que no Brasil sejam produzidos cerca de 3 bilhões de litros de óleo vegetal por ano para alimentação, sendo que apenas aproximadamente 1% dessa quantidade é descartada corretamente após o uso, enquanto o restante é liberado sem nenhum tratamento adequado na natureza (Sousa *et al.*, 2021). Além disso, cada litro de óleo despejado no esgoto tem capacidade de poluir até 25 mil litros de água (Araújo *et al.*, 2022). O óleo residual do processo de fritura é fonte de problemas ambientais quando descartado de forma inadequada em corpos hídricos poluidores e prejudicando seus ecossistemas.

O óleo vegetal residual pode ser retornado à cadeia produtiva com a potencialidade de ser matéria-prima na fabricação de diversos produtos como tinta, sabão, massa de vidraceiro, ração para animais, energia elétrica, formulação de tinta de impressão e, dentre outros, também na produção do biodiesel (Suarez e Mello, 2011).

A produção de sabonetes não gera subprodutos, sendo necessária uma quantidade mínima de energia para a reação de saponificação, além de ser menos prejudicial à natureza (Sukeksi, 2020).

Também são chamados de sabonetes naturais e são definidos como sais alcalinos de ácidos graxos, principalmente de origem vegetal (Vidal *et al.*, 2018). O processo de fabricação de sabão poderia ser aplicado à produção de sabonetes a partir de óleos residuais de fritura, conferindo-lhe atributos da tecnologia com uma perspectiva verde (Felix, *et al.*, 2017).

Um óleo essencial é uma mistura de metabólitos secundários de plantas responsáveis pelo seu odor característico. É uma combinação de diferentes compostos aromáticos e alifáticos, frequentemente terpenos e terpenóides, cuja composição depende da espécie vegetal, variedade, origem geográfica, solo e estação do ano (Figueiredo *et al.*, 2008; Salgueiro *et al.*, 2009). Os produtos cosméticos atuais utilizam fragrâncias sintéticas, enquanto os fabricantes de cosméticos de alta qualidade escolhem óleos essenciais. No entanto, devido à sua alta volatilidade, moléculas fixadoras orgânicas, são necessários como: sacarose, derivados de sacarose, carboximetilquitosana sódica, entre outros (Jimtaisong e Saewan, 2014). Seguindo este princípio, a utilização de um óleo essencial é aumentada com a utilização de um aditivo adicional que não é essencial para a função de limpeza com sabão. Mas para o bem estar do usuário.

Dessa forma, a hipótese deste estudo é que o óleo vegetal residual de fritura possa ser uma fonte alternativa às tradicionais fontes de óleo vegetal utilizadas na produção de sabonetes. Além disso, poderia oferecer um uso sustentável capaz de reduzir os impactos ambientais causados pelo descarte de óleo residual no meio ambiente.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi produzir sabonetes a partir de óleo vegetal residual de fritura como matéria prima principal odorizador com óleo essencial extraído de plantas do semi-árido brasileiro, analisando suas propriedades físico-químicas. Neste caso, esta pode ser oferecida como uma das soluções para o lixo doméstico. O estudo teve como objetivo enfatizar a questão dos sabões como resíduos, uma vez que dados da literatura indicam que os sabões se biodegradem mais rapidamente do que os óleos residuais de fritura.

2. Metodologia

2.1 Materiais e Equipamentos

As soluções e os reagentes utilizados na produção e nas análises dos sabonetes foram: óleo vegetal residual, hidróxido de sódio (NaOH), água destilada (H₂O), solução de ácido clorídrico 0,5M (HCl), solução de ácido clorídrico 0,1M (HCl), solução de ácido clorídrico 50% (1:1), solução de hidróxido de sódio 0,1M (NaOH), hidróxido de potássio (KOH), solução de fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄), solução de alaranjado de metila 0,1% (C₁₄H₁₄N₃NaO₃S), álcool etílico 92,8% (C₂H₆O), álcool absoluto 99,5%, éter etílico ((C₂H₅)₂O), éter de petróleo (CH₃(CH₂)₄CH₃), solução de hipoclorito de sódio 4,5%, solução alcoólica de hidróxido de potássio a 4% m/v e solução alcoólica de hidróxido de potássio a 5% m/v. Os equipamentos operados nos procedimentos experimentais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Equipamentos utilizados.

Parâmetro	Aparelho	Faixa	Fabricante/modelo
Pesagem	Balança analítica	0,01-220g	SHI-AUW 220D
Mistura	Agitador mecânico	220 Vca 60Hz	Lab Vision
Medidor pH	pHmetro	110/220V	Tecnal-3MP
Aquecedor	Banho termostático Te-2005	-10°C a 80°C	Tecnal
Secagem	Estufa	220V-1600W	Biopar Equipamentos Ltda
Medidor Turbidez	Turbidímetro	0-1000 NTU	Policontrol

2.2 Tratamento do Óleo Vegetal Residual

Os óleos vegetais utilizados foram coletados de restaurantes e lanchonetes, e foram armazenados em recipientes de plástico de 2 a 5 L.

O tratamento do óleo vegetal residual envolve três etapas: filtração, para a remoção do material particulado (Figura 1); lavagem, para extração de partículas em suspensão, e desodorização, para remoção de moléculas que conferem odor (Araújo *et al.*, 2013). Embora não houvesse partículas visíveis em suspensão, o óleo de cozinha usado foi filtrado com o auxílio de um elemento filtrante, para remoção de eventual material particulado.

Na etapa de purificação, o óleo vegetal residual foi submetido a degomagem com água e branqueamento. A cada 1L de óleo vegetal residual filtrado foram utilizados 1L de água destilada e 125mL de solução de 2,5% de hipoclorito de sódio. O óleo, a água destilada e a solução de hipoclorito de sódio foram adicionados a um béquer e foram misturados e aquecidos a temperatura 60°C, por 30 minutos. Após o aquecimento, a solução continuou em agitação até temperatura ambiente e em seguida foi posto em um funil de separação por 6 horas ou até a separação de fases (Figura 2) (Vissoso, 2021).



Figura 1 - Filtração do óleo vegetal residual.

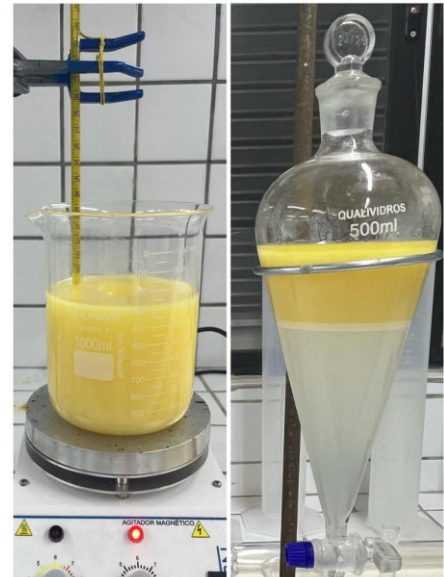


Figura 2 - Processo de purificação do óleo vegetal residual.

O óleo emergiu à superfície, a água e o hipoclorito de sódio precipitaram e se localizaram ao fundo do recipiente. Esse processo foi realizado em triplicata. Na última etapa era adicionado ao óleo apenas a água destilada para poder limpar possíveis resquícios de hipoclorito que tenha restado na solução.

2.3 Extração dos Óleos Essenciais

Para a extração dos óleos essenciais, foram coletados 1kg de cada planta: *Cidreira* (OEMO); *Capim Santo* (OECC); *Marmeleiro* (OESC); *Bamburral* (OEHS); *Alecrim* (OEAS); *Malva Branca* (OECS); *Eucalipto* (OEUU). Foram colocadas em um balão volumétrico de 5L, seguido da adição de 2,5L de água para o processo de hidrodestilação. O balão volumétrico permaneceu em aquecimento por cerca de 2 horas. Utilizou-se o equipamento do tipo clewenger para possibilitar a separação dos óleos essenciais apresentados na Figura 3 (Barros, 2018).

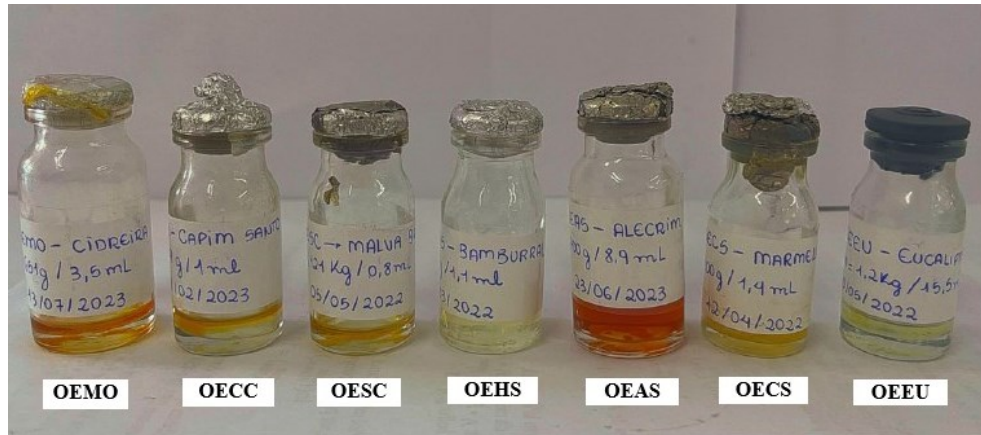


Figura 3 - Óleos essenciais extraídos.

2.4 Produção dos Sabonetes

Os principais componentes do óleo vegetal residual são triglicerídeos e ácidos graxos livres, dos quais os triglicerídeos podem ser hidrolisados em sabões sob condições alcalinas, e os ácidos graxos livres são simultaneamente neutralizados com álcali para produzir sabão (Talebian-Kiakalaieh *et al.*, 2013).

Foram produzidos sete sabonetes com óleos essenciais diferentes, apresentados na Figura 4. Em um procedimento padrão, a quantidade de hidróxido de sódio necessária para saponificar 40 g do óleo tratado foi calculada a partir dos dados de índice de saponificação (IS) previamente calculados de acordo com Silva (2021). Em vista disso, foi necessário pesar 7,88 g de hidróxido de sódio em um béquer e dissolvê-lo em 9,27 g de água destilada para saponificar os 40 mL de óleo tratado, previamente medidos na proveta. A mistura permaneceu sob agitação, por aproximadamente 10 minutos, até a homogeneização da pasta e foi despejada nos moldes. Durante a agitação, foi adicionado 4 gotas dos óleos essenciais. Os sabonetes permaneceram nos moldes por 48 horas e em seguida foram desenformados (Cheng, 2023).

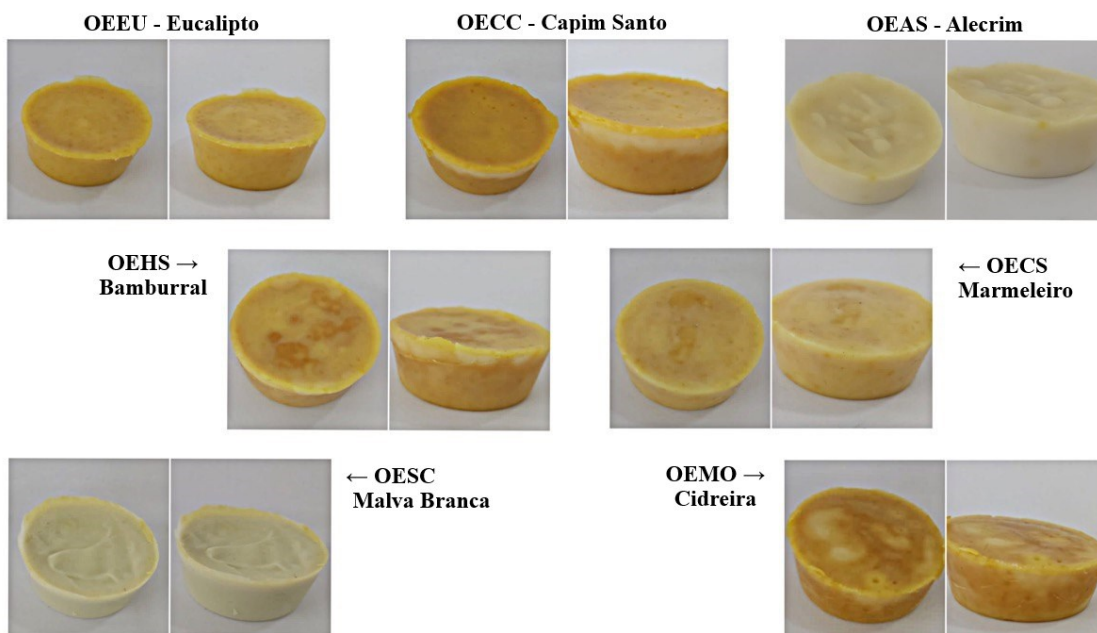


Figura 4 - Diferentes formulações de sabonetes e sua respectiva descrição.

2.5 Análises das Propriedades do Óleo Vegetal Residual

Umidade e conteúdo volátil

A determinação da umidade é um dos parâmetros mais importantes para a avaliação da qualidade, estabilidade e composição de óleos e gorduras. Em vista disso, foram adicionados 10g de óleo vegetal residual a um béquer, aquecido na estufa a 103 ± 2 °C por 1 hora, e em seguida deixado em repouso até a temperatura ambiente antes de ser pesado. As etapas de aquecimento, resfriamento e pesagem foram realizadas em triplicata e a cada intervalo de 30 minutos. Para calcular a umidade e o conteúdo volátil foi utilizado a Eq. (1) (Cheng, 2023).

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (1)$$

Sendo X a umidade e conteúdo volátil [%], m_0 a massa do béquer vazio [g]; m_1 a massa total do béquer e da amostra antes do aquecimento [g] e m_2 a massa total do béquer e da amostra após o aquecimento [g].

Massa específica

A determinação da massa específica foi realizada através do método da picnometria. Para este método, o picnômetro precisa cuidadosamente ser limpo antes do uso e seco. O fluido utilizado para a calibração em nossos estudos foi água destilada. A calibração do picnômetro é realizada com água destilada à temperatura ambiente. A tampa do picnômetro deve ser introduzida e sua marca é alinhada e sua externa precisa estar seca com lenços sem fiapos para que possa ser pesada. Caso tenha bolhas de ar durante a pesagem, estas devem ser eliminadas removendo a tampa e mergulhando o frasco em um limpador ultrassônico por 30 segundos. O picnômetro é então pesado vazio (m_p) e contendo a amostra (m). O volume do picnômetro é determinado utilizando a massa específica da água por meio da literatura para a temperatura de trabalho. Sabendo o volume do picnômetro é possível determinar a massa específica das amostras de óleo a serem estudadas, aplicando a Eq. (2) (Cheng, 2023).

$$\rho = \frac{m - m_p}{V} \quad (2)$$

Sendo ρ a massa específica da amostra [g/mL], m a massa do picnômetro com a amostra [g], m_p a massa do picnômetro vazio [g] e V o volume da amostra [mL].

Determinação do índice de saponificação

O óleo vegetal residual utilizado foi uma mistura de óleos vegetais comerciais sem composição exata conhecida. Portanto, o índice de saponificação estima a quantidade de ácidos graxos livres presentes no óleo. Para a determinação do índice de saponificação dos óleos residuais utilizados, foi utilizado o método descrito por Lutz (1985). O método descreve que em um balão volumétrico cerca de 5g de óleo são misturados a 50 mL da solução alcoólica de hidróxido de potássio. Seguido da preparação do branco. Posteriormente, o balão volumétrico é conectado ao condensador, e permanece em um sistema de refluxo até a sua completa saponificação. Aguarda-se seu resfriamento para serem adicionadas três gotas de fenolftaleína, que atua como o indicador para a titulação com a solução de ácido clorídrico 0,5 M.

As análises foram realizadas em duas etapas para cada amostra do óleo vegetal residual, primeiramente com o óleo sem tratamento, seguido da análise com a amostra de óleo vegetal residual tratado. De posse dos dados obtidos, utilizou-se a Eq. (3) cujo o resultado expressa a quantidade precisa de KOH para a completa saponificação de um grama de amostra do respectivo óleo (Lutz, 1985).

$$I.S. = \frac{28,06 \times f \times (B-A)}{P} \quad (3)$$

Sendo *I.S.* o índice de saponificação [mg de KOH/g de óleo], 28,06 o fator de conversão do resultado para miligramas de KOH por uma grama de material em estudo, *f* o fator de correção de HCl 0,5 M, *A* o volume de HCl utilizado na titulação da amostra [mL], *B* o volume de HCl utilizado na titulação do branco [mL] e *P* o n° de gramas da amostra.

Ácidos graxos totais e ácidos graxos oxidados

O método determina os ácidos graxos totais na amostra, presentes como óleo neutro, óleo saponificado e ácidos graxos saponificados (sais alcalinos de ácidos graxos). A matéria graxa insaponificável também está inclusa. A determinação dos ácidos graxos oxidados baseia-se na solubilidade dos mesmos em éter etílico e dos ácidos graxos totais em éter de petróleo (Araújo, 2016).

Pesou-se cerca de 2,25g de amostra em um erlenmeyer de 250 mL previamente pesado, e adicionou-se 12,5 mL da solução de hidróxido de potássio alcoólico 5%. Na preparação desta solução usou-se 50g e 1L de álcool etílico 92,8%.

Cobriu-se o frasco com um vidro de relógio e aqueceu-se a mistura a 80°C em banho-maria durante 45 minutos, utilizando um tempo em excesso de 15 minutos para assegurar a completa saponificação da amostra. Em seguida, removeu-se o vidro de relógio da borda do erlenmeyer e manteve-se a mistura em aquecimento, agitando-se ocasionalmente o frasco, com o intuito de favorecer-se a completa evaporação do álcool.

Após 10 minutos, adicionou-se 25 mL de água destilada fria ao erlenmeyer e aqueceu-se a mistura. Adicionou-se o seu conteúdo a uma proveta de 100 mL com tampa e depois lavou-se o conteúdo com 20 mL de água destilada previamente aquecida a 70°C. Transferiu-se todo o conteúdo, novamente, ao erlenmeyer, adicionou-se 3 gotas de indicador alaranjado de metila 0,1% e neutralizou-se a mistura com solução de HCl 1:1 (v/v) em água destilada até obter-se coloração rósea (Figura 5). Então, adicionou-se 1 mL de excesso de ácido, tampou-se o erlenmeyer e agitou-se, cuidadosamente, para uma completa mistura do conteúdo (Araújo, 2016).

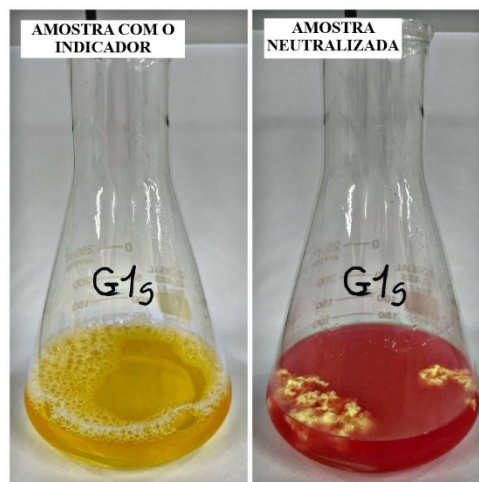


Figura 5 - Amostra G1S antes e depois da neutralização.

Após o resfriamento do erlenmeyer, o conteúdo foi transferido novamente para a proveta. Adicionou-se 31,25 mL de éter de petróleo, fechou-se a proveta e agitou-se cuidadosamente. Esperou-se a separação da fase etérea (fase superior) e com uma pipeta volumétrica de 20 mL transferiu-se somente essa fase para o funil de separação de 125 mL. Posteriormente, mais duas extrações utilizando 7,5 mL de éter de petróleo foram realizadas. A cada extração, agitou-se o conteúdo da proveta por cerca de 30 segundos. Após a separação de cada fase etérea, essa também foi adicionada ao mesmo funil de separação de 125 mL com a pipeta volumétrica de 20 mL. Foram

feitas três extrações no total, pois a última já se encontrava praticamente incolor, como mostra a Figura 6 (Araújo, 2016).

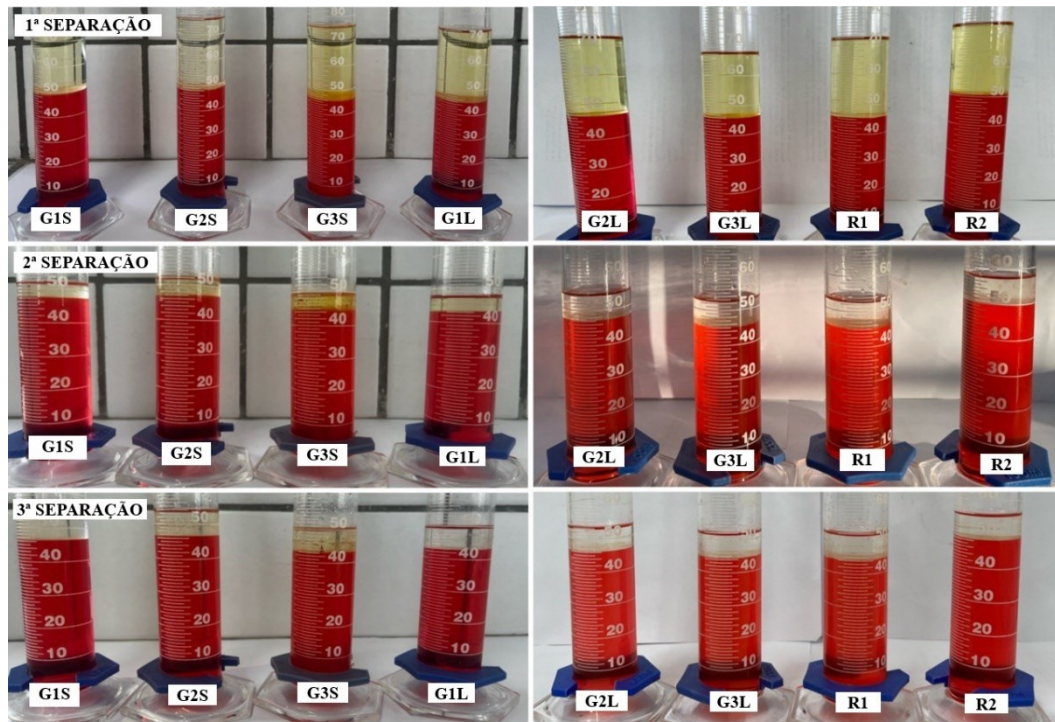


Figura 6 - Extrações com éter de petróleo.

A fase com água ácida (cor rosa) contida na proveta foi guardada para a determinação dos ácidos graxos oxidados. Já as extrações etéreas, contidas no funil de separação, foram diluídas com 20 mL de éter de petróleo e agitadas cuidadosamente. Em seguida, através de um papel filtro, filtrou-se a fase etérea diluída para um erlenmeyer de 250 mL previamente pesado em balança analítica. Lavou-se o papel com 18,75 mL de éter de petróleo e levou-se a solução novamente ao banho-maria, obtendo-se um resíduo ao final do processo (ácidos graxos totais). Por fim, os ácidos graxos totais foram submetidos ao aquecimento na estufa a $105 \pm 2^\circ\text{C}$ por 30 minutos. Resfriou-se em um dessecador até atingir temperatura ambiente e pesou-se em seguida (Araújo, 2016). Este processo de secagem, resfriamento e pesagem foi realizado em triplicata para cada amostra de óleo tratado e feito uma média (*MI*), para poder calcular o AGT.

Para a determinação do teor de ácidos graxos oxidados, adicionou-se 7,5 mL de éter etílico na proveta que continha água ácida, agitou-se e aguardou-se a separação das fases. Com uma pipeta volumétrica de 10 mL, filtrou-se a fase etérea, através de um papel-filtro, para um erlenmeyer de 250 mL. Realizaram-se, em seguida, mais duas extrações com 7,5 mL de éter etílico por vez, agitando-se a proveta por 30 segundos a cada extração (Araújo, 2016). Como na última extração a fase etérea não se encontrou incolor para algumas amostras (Figura 7), foi necessário a realização de mais extrações.

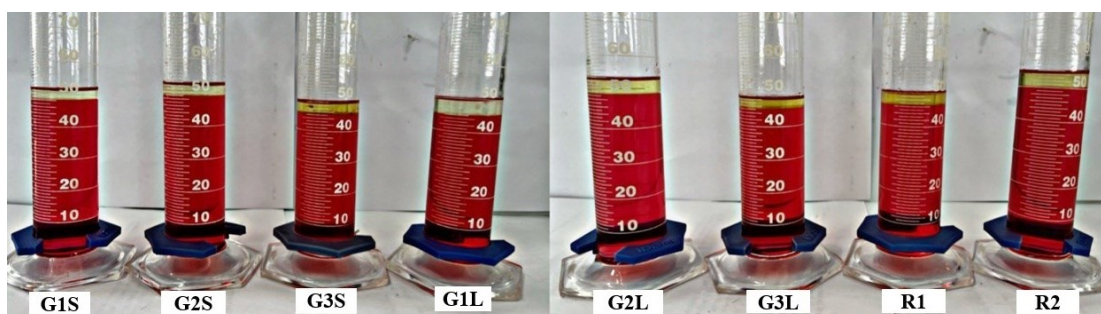


Figura 7 - Última extração com éter etílico.

As extrações foram filtradas através do mesmo papel filtro para o erlenmeyer previamente pesado, contudo, cada amostra possuía seu papel-filtro. Lavou-se o papel com 75 mL de éter etílico e evaporou-se toda a fase etérea contida no erlenmeyer, utilizando banho-maria e obtendo um resíduo ao final do processo. Por fim, secaram-se os ácidos graxos oxidados em estufa a 105 ± 2 °C por 30 minutos. Resfriou-se o conjunto (erlenmeyer/ácidos graxos oxidados) em dessecador até atingir temperatura ambiente e depois pesou-se (Araújo, 2016). Este processo de secagem, resfriamento e pesagem foi realizado em triplicata para cada amostra de óleo tratado e feito uma média (M_2) para calcular o AGO de acordo com a Eq. (4).

$$AGT = \frac{M_1 \times 100}{m} \quad e \quad AGO = \frac{M_2 \times 100}{m} \quad (4)$$

Sendo o AGT os ácidos graxos totais [%], AGO os ácidos graxos oxidados [%], m a massa da amostra antes da análise [g], M_1 a média das massas dos ácidos graxos totais [g] e M_2 a média das massas dos ácidos graxos oxidados [g].

2.6 Análises das Propriedades dos Sabonetes

Determinação do pH

A análise do pH é fundamental para a estabilidade físico-química e controle de qualidade dos sabonetes sólidos glicerizados (Meira, 2010). Para obter o potencial hidrogeniônico das soluções à base dos sabonetes produzidos nesta pesquisa, pesou-se 1 g da amostra de cada sabonete na balança analítica e, separadamente, dissolveu em 100 mL de água destilada com o auxílio do bastão de vidro em um béquer de 100 mL. Atingindo a dissolução total da amostra, foram aferidos os valores do pH de cada solução preparada através do pHmetro devidamente calibrado (Prates, 2006).

Espuma

Esta análise consiste em determinar a variação da altura da espuma proveniente do sabonete, avaliando a estabilidade da espuma conforme o tempo. Inicialmente, foram selecionadas 2,5g de cada amostra do sabonete na balança analítica, que logo foram dissolvidas em 500 mL de água da rede pública separadamente, com o auxílio do agitador magnético. Ao alcançar a completa homogeneização, transferiu-se 25 mL de cada solução para uma proveta de 50 mL, a qual foi vedada e invertida em um movimento vertical padrão 10 vezes. Após um breve repouso, quando a solução se estabilizou na proveta, foram realizadas as medições da altura da espuma através de uma régua no instante inicial e no momento após passados cinco minutos (Prates, 2006).

Grau de amolecimento

O grau de amolecimento das amostras de sabonetes foi determinado pela porcentagem da diferença de qualidade do antes e depois da imersão. Pesou-se 5g da amostra em um béquer de 100 mL e registrou-se sua qualidade inicial. Em seguida, preencheu-se o béquer com 100 mL de água e deixou-o em repouso por 24 horas, apresentado na Figura 8. O excesso de água foi removido e o resto da amostra foi filtrada com o auxílio de um papel filtro. Após devolvê-la para o béquer, a amostra foi submetida a uma evaporação por meio da estufa em torno de 15 minutos e foi pesada novamente (Cheng, 2023). Com as massas pesadas, utilizou-se a Eq. (5) para calcular o grau de amolecimento.

$$S = \frac{m_0 - m}{m_0} \times 100 \quad (5)$$

Sendo S o grau de amolecimento [%], m_0 a massa da amostra de sabonete antes da imersão [g] e m a massa da amostra de sabonete após a imersão e secagem [g].

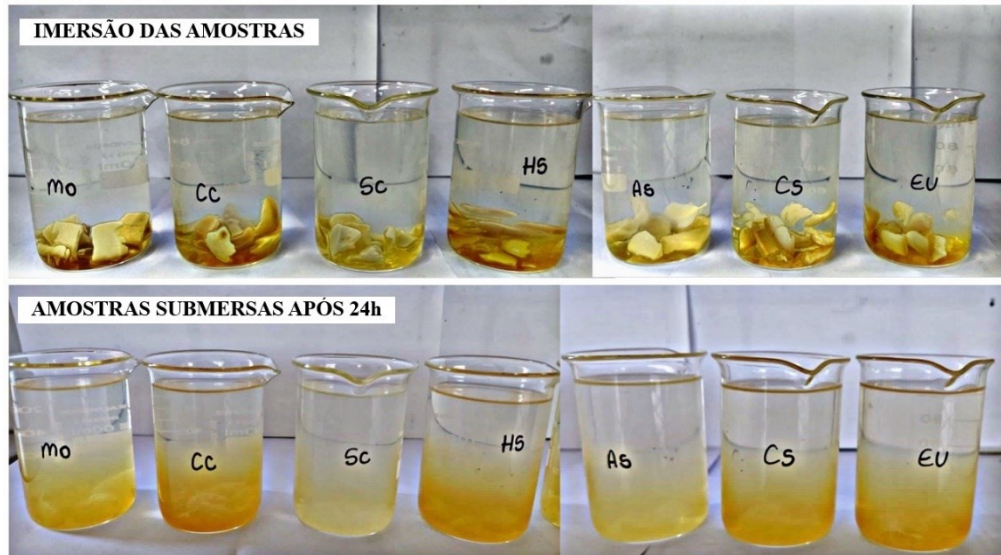


Figura 8 - As amostras submersas após vinte e quatro horas.

Turbidez

A princípio, para determinar o nível de turvação dos sabonetes manipulados a partir da reutilização do óleo de fritura residual, pesou-se 1g de cada sabonete na balança analítica em um béquer de 100 mL. Com o auxílio do bastão de vidro, a amostra do sabonete foi dissolvida manualmente com 100 mL de água destilada. Posterior à dissolução total da amostra, cada solução homogênea foi transferida para a cubeta com o objetivo de realizar a turbidimetria e determinar os pontos de turbidez (Prates, 2006).

Índice de acidez

Considerado um parâmetro fundamental para a avaliação da conservação do óleo e o controle de qualidade do sabonete, define-se o índice de acidez como a quantidade necessária de hidróxido de potássio em miligramas para neutralizar os ácidos graxos livres de um grama da amostra (Silva *et al.*, 2021). Em vista disso, pesou-se 2g da amostra de cada sabonete na balança analítica em erlenmeyers de 250 mL. Foram dissolvidos 50 mL de álcool absoluto 99,5% através do agitador magnético em aquecimento baixo. Com a homogeneização completa e o resfriamento das soluções, foram acrescentadas 3 gotas do indicador fenolftaleína na solução dissolvida, apresentando uma coloração rosada. A solução titulante foi o NaOH 0,1M, indicando a existência de um teor de acidez e, conseqüentemente, a ausência de álcalis livres nessas soluções supracitadas. Para efetuar o cálculo do índice de acidez foi aplicada a Eq. (6) (Prates, 2006).

$$I. A. = \frac{N \times E_g \times V}{10 \times P_a} \quad (6)$$

Sendo *I.A.* o índice de acidez [% p/p], *N* a normalidade do hidróxido de sódio [N], *E_g* o equivalente-grama da soda cáustica, *V* o volume gasto do hidróxido de sódio [mL] e *P_a* o peso da amostra [g].

Análise sensorial

As pessoas percebem por meio de seu sistema sensorial as características dos produtos como cor, cheiro e textura (Delarue, 2021). Isso leva elas a estabelecer se o produto apresenta boa qualidade ou não. Em vista disso, a análise sensorial foi realizada através de um questionário em que 10 indivíduos, selecionados aleatoriamente, responderam quanto ao aroma dos sabonetes, classificando-o se estava perceptível e a similaridade ao aroma dos óleos essenciais utilizados na produção.

3. Resultados e Discussão

3.1 Tratamento do Óleo Vegetal Residual

As amostras de óleo residual foram divididas conforme seu local de coleta: G1 - Galão 1, restaurante, G2 - Galão 2, lanchonete de rosquinha frita, G3 - Galão 3, restaurante universitário da UFERSA.

Tabela 2 - Quantidade de óleo residual tratado.

	G1	G2	G3	R1	R2
Óleo vegetal residual (mL)	1600	1000	800	300	210
Óleo vegetal tratado (mL)	~ 1340	~ 290	~ 240	~ 250	~ 200

Nota: Os valores que apresentam o símbolo (~) são resultados aproximados.

Para a realização do tratamento foi utilizado quantidades diferentes para cada óleo vegetal residual com objetivo de avaliar o rendimento do tratamento. Com base na Tabela 2, observa-se que o G1 apresentou melhor resultado com o rendimento de 83,75%. Os resíduos que foram gerados a partir desse procedimento, foram armazenados. Após o armazenamento, identificou-se a presença de uma certa quantidade de óleo contido nesses resíduos. Dessa forma, efetuou-se uma recuperação em que os resíduos foram submetidos a uma separação com o auxílio do funil, extraindo os óleos intitulados de R1 (Reciclado 1) e R2 (Reciclado 2).

Após o procedimento da degomagem e branqueamento foi observado diferença de coloração (Figura 9), bem como o odor dos óleos tratados. Isso ocorre em virtude da diminuição da quantidade de impurezas e substâncias que são responsáveis pela coloração saturada do óleo vegetal residual. Muitas destas substâncias agem como agentes catalíticos de reações indesejáveis, como a oxidação do óleo, interferindo negativamente nas características sensoriais apropriadas para o seu consumo (Oliveira, 2001).

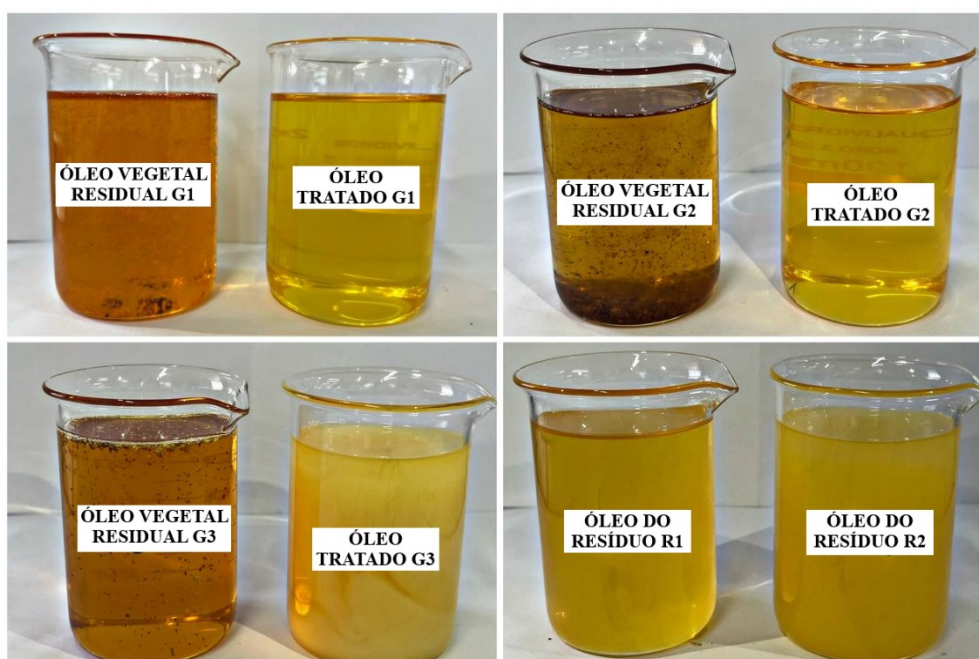


Figura 9 - Os óleos antes e depois do tratamento.

3.2 Análises das Propriedades do Óleo Vegetal Residual

A Tabela 3 mostra os resultados encontrados através dos cálculos das Eq. (1, 2 e 3), respectivamente.

Tabela 3 - Resultados das análises realizadas nos óleos residuais tratados.

	G1	G2	G3	R1	R2
Umidade (%)	0,11	0,33	1,53	0,48	1,88
Massa Específica (g/mL)	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92
I.S. sem tratamento (mg de KOH/g)	215,56	201,49	213,17	-	-
I.S. com tratamento (mg de KOH/g)	207,39	199,92	210,57	202,00	210,51

Umidade e conteúdo volátil

Realizou-se a análise somente nos óleos tratados, em que a umidade (X) foi encontrada a partir da média dos resultados alcançados pelas distintas massas do béquer com a amostra após cada aquecimento (m_2).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 3, percebeu-se que as umidades dos óleos tratados do G3 e do resíduo 2 estão mais elevadas do que as demais. Entretanto, eles estão dentro do limite sugerido pela literatura. O teor de umidade no óleo residual bruto e filtrado não diferem entre si, porém a umidade do óleo tratado aumenta muito, causando diferenças significativas, podendo variar de 0,1% a 5% (Marins, 2017).

Percebe-se também que após a análise as amostras tornaram-se mais cristalinas, pois alguns resíduos do processo de tratamento que ainda permaneciam no óleo foram evaporados no procedimento da mesma.

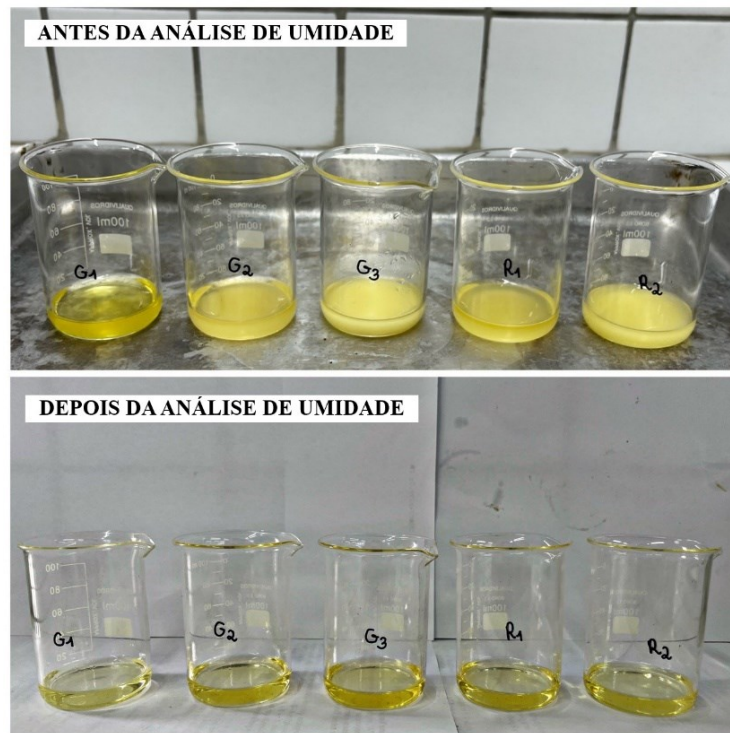


Figura 10 - Amostras antes e depois da análise de umidade.

Massa específica

Através da diferença entre a massa do picnômetro vazio e a massa do picnômetro com água, pode-se encontrar a massa da água. Utilizando $\rho = 0,996 \text{ g/mL}$ à temperatura de 28°C , pôde-se determinar os volumes dos picnômetros e assim calcular a massa específica.

Os valores obtidos da massa específica dos óleos tratados, apresentados na Tabela 3, foram satisfatórios, pois se assemelham aos valores da massa específica do óleo vegetal residual antes do tratamento. Segundo a ANVISA (1999) a massa específica para o óleo de soja deve estar entre $0,916\text{-}0,922 \text{ g/cm}^3$. Logo, o processo de purificação não alterou as características do óleo previstas pela literatura.

Índice de Saponificação

Através da Eq. (3) obteve-se o índice de saponificação para cada óleo vegetal residual analisado sem nenhum tratamento, e após o tratamento descrito neste artigo. Os resultados podem ser observados na Tabela 3.

Para as amostras R1 e R2, não houveram análises do índice sem o tratamento, pois foram produtos remanescentes dos tratamentos dos G1, G2 e G3. Já para as demais amostras foi observado uma ligeira redução nos índices de saponificação após o tratamento da amostra. Comprovam que o método de tratamento do óleo vegetal residual utilizado neste artigo não foi capaz de impactar significativamente nos valores do índice de saponificação das amostras. Sendo assim, permanecendo similar as quantidades de hidróxido de potássio necessárias para a saponificação completa de 1g de óleo residual sem tratamento.

Ácidos graxos totais e ácidos graxos oxidados

Na Tabela 4, encontra-se os valores resultantes da análise dos ácidos graxos para os óleos residuais (sujos) e os óleos tratados (limpos).

Tabela 4 - Resultados das análises dos ácidos graxos totais e ácidos graxos oxidados.

	G1S	G2S	G3S	G1L	G2L	G3L	R1	R2
AGT (%)	83,56	57,31	79,27	66,29	63,16	62,36	59,01	73,28
AGO (%)	2,44	0,52	2,38	1,89	1,24	1,22	1,10	1,93

Observa-se que as porcentagens dos ácidos graxos totais dos óleos tratados são aproximadas aos valores do óleo vegetal residual antes do tratamento. Em vista disso, existem duas possibilidades que podem justificar o ocorrido: o óleo vegetal residual que a originou era de baixa qualidade (grandes quantidades de ácidos graxos livres em sua composição), e a separação não ter ocorrido de forma eficiente entre o óleo e a borra (resíduos) durante o processo de purificação (Haas, 2005). Entretanto, o percentual que varia de 50% a 70% possui melhor qualidade, indicando a presença de gordura vegetal. Já os percentuais maiores que 80% correspondem à estearina de sebo de boi e de carneiro, comprovando a existência destas gorduras nos óleos (Prates, 2006).

3.3 Análises das Propriedades dos Sabonetes

Na Tabela 5 contém a junção dos resultados medidos e calculados pelos procedimentos submetidos aos sabonetes produzidos pelo óleo vegetal tratado.

Tabela 5 - Resultados das análises realizadas nos sabonetes produzidos.

	OEMO	OECC	OESC	OEHS	OEAS	OECS	OEEU
pH	9,93	9,45	9,31	9,73	9,51	9,90	9,43
Grau de Amolecimento (%)	98,56	98,52	97,83	91,44	98,58	98,86	98,38
Turbidez (NTU)	0,67	1,04	7,54	4,97	1,11	1,29	2,36
Índice de Acidez (%)	4,00E-5	4,00E-5	2,00E-5	2,00E-5	2,00E-5	2,00E-5	2,00E-5

Determinação do pH

Mediante o índice de pH é possível quantificar a acidez de uma solução e, conseqüentemente, destinar o produto em questão para aplicação eficiente e segura conforme os objetivos dermatológicos, cosmetológicos e de limpeza do sabonete (Vineyard e Freitas, [s.d.]). Os valores obtidos do pH das amostras, exibidos na Tabela 5, são superiores a medida do pH neutro, sendo classificadas como soluções alcalinas ou básicas, indicando a alta concentração de NaOH no sabonete e a necessidade de mais dias para a reação de saponificação ocorrer totalmente. Logo, conforme a ANVISA (2007) apenas os sabonetes preparados com os óleos essenciais de *Capim Santo* (OECC), *Malva Branca* (OESC) e *Eucalipto* (OEEU) não atendem ao limite de pH estabelecido entre 9,5 e 10,0. Os outros que apresentam os óleos essenciais de *Cidreira* (OEMO), *Bamburral* (OEHS), *Alecrim* (OEAS) e *Marmeleiro* (OECS) precisam de estudos dermatológicos que assegurem seu uso de acordo com sua finalidade.

Ademais, todos os sabonetes não são apropriados ainda para o uso associado ao cuidado e tratamento dermatológico, uma vez que podem provocar o ressecamento da pele e efeitos adversos ao considerar valores aproximados de 5,5 como ideais para pH com esta última finalidade supracitada (Vineyard e Freitas, [s.d.]).

Espuma

A formação de espuma e a sua consistência estão associadas, muitas vezes, ao poder de limpeza (Diez e Carvalho, 2000; Malagoli e Lima, 2012). No teste de altura de espuma, todas as formulações apresentaram altura de espuma satisfatória, porém evidenciou-se uma diminuição gradativa nos sabonetes contendo o óleo essencial de *Cidreira* (OEMO) e *Eucalipto* (OEEU), apresentado na Figura 11.

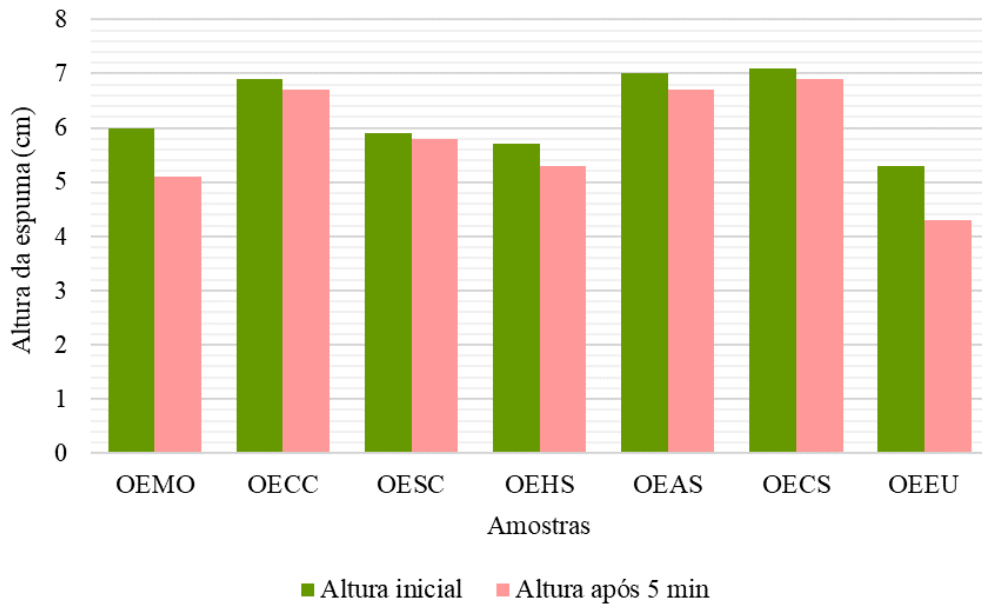


Figura 11 - Variação de altura da espuma após cinco minutos.

Grau de amolecimento

A finalidade da análise do grau de amolecimento é avaliar a manutenção de suas propriedades físicas ao longo de seu período de uso, já que rachaduras e fissuras, embora não afetem a funcionalidade do produto, tornam-no pouco atrativo e com aspecto desagradável (Malagoli e Lima, 2012).

Observando a Tabela 5, percebe-se que os resultados desta análise deram maiores do que o esperado, em que as porcentagens significam a parte do sabonete que se dissolveu na água após a imersão. Logo, os sabonetes não apresentam uma resistência adequada para o consumo. Isso pode ser corrigido controlando outras propriedades como a umidade e a alcalinidade (Malagoli e Lima, 2012).

Turbidez

A análise da turbidez configura-se um ensaio importante para validar a reutilização da solução. Quanto maior o espalhamento do feixe de luz ao ultrapassar a solução da amostra do sabonete, maior será o seu ponto de turvação medido pelo turbidímetro (CORREIA, A. *et al.*, 2008). Percebe-se nos valores resultantes na Tabela 5 que apenas as soluções das amostras dos sabonetes com os óleos essenciais *Malva Branca* (OESC) e *Bamburral* (OEHS) apresentam níveis de turbidez mais elevados, indicando a presença de partículas em suspensão que não foram dissolvidas. Porém, todos os sabonetes exibiram resultados condizentes à finalidade da solução ecológica, já que a água utilizada no seu consumo poderá ser reutilizada para outros meios.

Índice de acidez

Todas as soluções preparadas com a amostra de cada sabonete foram tituladas com o NaOH 0,1M, pois não houve a viragem de cor com o indicador ácido-base, concluindo que não há álcalis livres nas amostras. Portanto, a solução de NaOH 0,1M é usada para neutralizar o meio ácido e formar álcalis livres, em que os baixos valores obtidos pela Eq. (6) quantificam o teor de acidez das soluções preparadas, apresentado na Tabela 5. Considerando um intervalo de tempo maior, da produção dos sabonetes para a realização desta análise, a reação de saponificação ocorreria de forma mais eficiente. Caso a viragem de cor ocorresse, a titulação seria realizada com o HCl 0,1M como titulante para reagir com os possíveis álcalis livres. Entretanto, a utilização desses sabonetes é permitida, pois apresentam o índice de acidez inferior a 1% p/p - alcalinidade livre máxima expressa em NaOH (ANVISA, 2007).

Análise sensorial

Os gráficos presentes na Figura 12 mostram, respectivamente, a quantidade de pessoas que acharam o aroma similar ao dos óleos essenciais utilizados, que acharam similares, porém com o aroma bastante fraco e que não acharam similares.

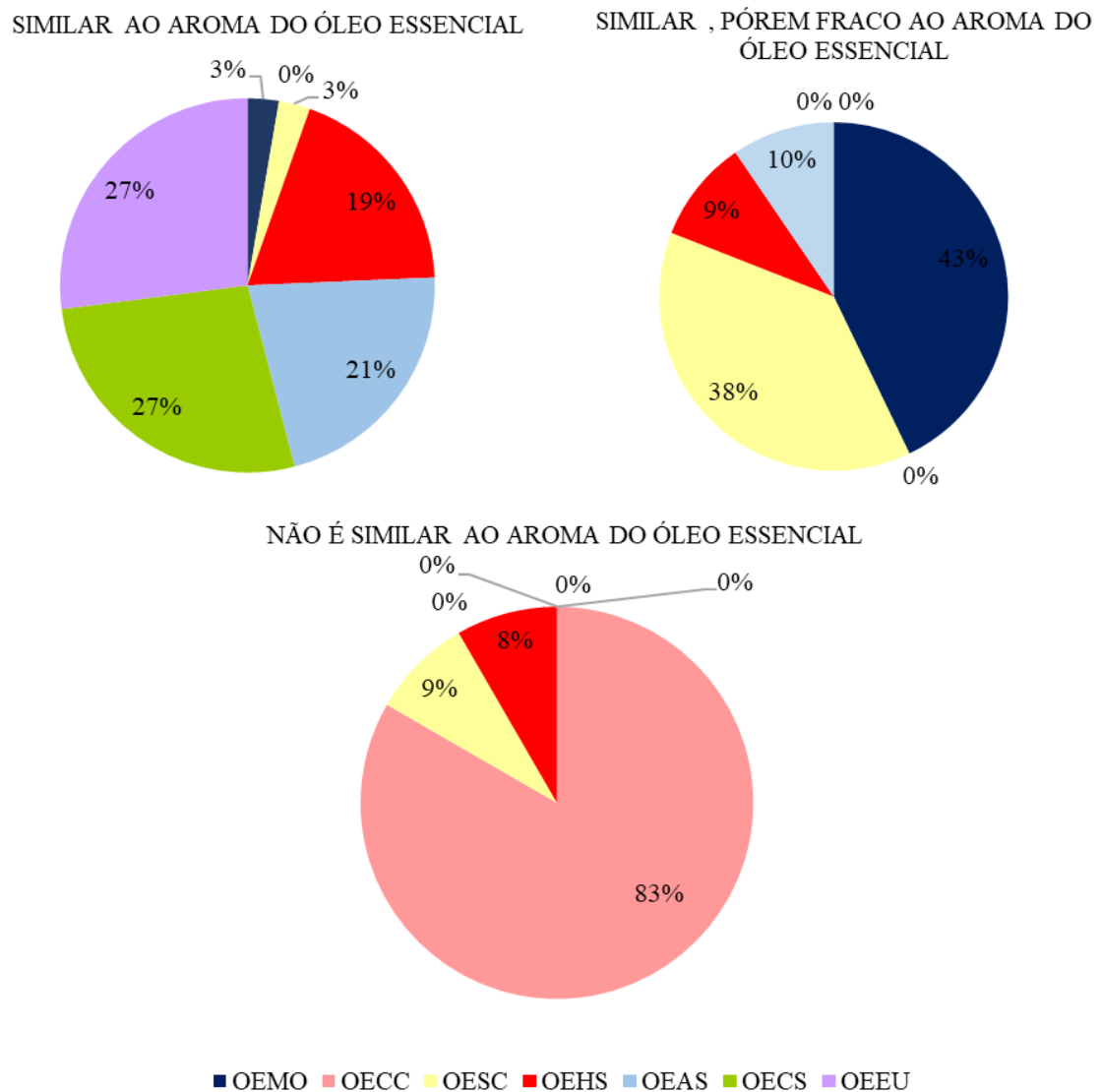


Figura 12 - Opinião dos entrevistados em relação ao aroma dos sabonetes.

Percebe-se que os sabonetes produzidos com os óleos essenciais de *Malva Branca* (OESC) e *Eucalipto* (OEEU) foram os sabonetes que apresentaram os aromas mais marcantes e similares ao da essência. Logo, mesmo após algum tempo esses sabonetes não perderam seu aroma, provando ter uma ótima resistência e qualidade.

4. Conclusão

O descarte inadequado do óleo vegetal residual pode provocar grande impacto sobre o meio ambiente (Silva, 2021). Com intuito de amenizar essa situação, foi realizado o reaproveitamento desses óleos vegetais em que passaram por um tratamento específico visando a produção de sabonetes com óleos essenciais extraídos.

Foram produzidos sete sabonetes com o óleo tratado que, segundo os entrevistados na análise sensorial, adquiriram odores agradáveis característicos dos óleos essenciais usados.

O procedimento utilizado no tratamento do óleo vegetal residual mostrou-se satisfatório pois foram obtidos rendimentos de até 83,75%. Propriedades como umidade, massa específica do óleo tratado apresentaram valores próximos ao do óleo vegetal novo, na faixa de 0,914 - 0,917 g/cm³ que indica que o processo de tratamento não alterou as características do óleo previstas pela literatura. O índice de saponificação dos óleos tratados resultou na faixa de 199,92 - 215,56 mg de KOH/g de óleo, semelhante aos índices dos óleos vegetais comercializados para o consumo. Os óleos tratados também apresentaram resultados superiores aos dos óleos residuais na análise de ácidos graxos, pois segundo Prates (2006) o percentual que varia de 50% a 70% possui melhor qualidade.

Os sabonetes apresentaram pH básicos/alcalinos dentro dos padrões da ANVISA (2007), variando de 9,0 e 10,0. Todavia, para o uso dermatológico o apropriado seria sabonetes mais ácidos com valores aproximados a 5,5. À vista disso, o índice de acidez deu baixo do esperado, porém inferior a 1% p/p sugerido pela ANVISA (2007). Apresentaram má resistência à água na análise do grau de amolecimento. No entanto, podemos obter resultados satisfatórios com relação a essa propriedade fazendo ajustes como o aumento da alcalinidade ou a diminuição da umidade.

Diante disso, os sabonetes produzidos correspondem uma solução ecológica pois apresentaram boa qualidade, aspecto e cor satisfatórios. Contudo, precisando fazer correções em algumas características ligadas diretamente à resistência e assepsia do produto.

Referências

- ANVISA. (1999). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999. Brasília, DF.
- ANVISA. (2007). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 13, de 28 de fevereiro de 2007. Brasília, DF.
- Araújo, A. M. (2016). Borra de óleo de soja: Caracterização físico-química e avaliação da potencialidade econômica. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Petróleo; UFC. Fortaleza, CE.
- Araújo, A. R. da R., Guimarães, B., Barbosa, C. dá S., Costa, C. E. A. de S. & de Sousa, L. A. S. (2022). Logística reversa: óleo residual de fritura, uma proposta para os restaurantes da praça da alimentação do shopping Boulevard, Belém-Pará / Reverse logistics: frying residual oil, a proposal for the restaurants in the shopping plaza of Boulevard shopping, Belém-Pará. Braz. J. Anim. Environ. Res. 5, 1517–1531. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n2-006>.
- Barros, D., Silva, M., Santos, R., & Oliveira, A. (2018). Tempo de extração para óleo essencial de *Croton* spp. (Euphorbiaceae). Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 3, n. 1.
- Besen, G. R., Ribeiro, H., Gunther, W. M. R., & Jacobi, P. R. (2014). Coleta seletiva em região metropolitana de São Paulo: impactos da política nacional de resíduos sólidos. Ambiente & Sociedade, São Paulo, SP, v. XVII, n.3, p.259-278.
- Cheng, G., Zhang, M., Lu, Y., Zhang, Y., Lin, B., & Lau, E. V. (2023). A novel method for the green utilization of waste fried oil. Particuology, ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2023.02.019>.
- Correia, A., Barros, E., Silva, J., & Ramalho, J. (2008). Análise da Turbidez da Água em Diferentes Estados de Tratamento. 8º Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, FASETE. Paulo Afonso - BA.
- Dabdoub, M. J., Bronzel, J. L., & Rampin, M. A. (2009). Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. Departamento de Química, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 3900, 14040-901 Ribeirão Preto - SP. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300021>.
- Delarue, J. (2021). Overview of sensory methods for the evaluation of nonfood products. Nonfood Sensory Practices, p. 17-37. ISBN: 9780128219683.

- Diez, M. A., & Carvalho, G. S. C. (2000). Aditivos para sabonetes em barra. Oxiten S/A Indústria e Comércio. São Paulo – SP.
- Félix, S., Araújo, J., Pires, A. M., & Sousa, A. C. (2017). Soap production: A green prospective. *Waste Manag*, 66, p. 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.04.036>.
- Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Scheffer, J. J. C. (2008). Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flavour Fragrance J.* 23, 213–226. <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1875>.
- Haas, M. J. (2005). Improving the economics of biodiesel production through the use low value lipids as feedstocks: vegetable oil soapstock. *Fuel Processing Technology*, v. 86, p. 1087-1096.
- Jimtaisong, A., Saewan, N. (2014). Use of chitosan and its derivatives in cosmetics. *Household Personal Care Today* 9 (6), p. 20–23.
- Lutz, A. (1985). Normas analíticas do instituto Adolf Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. São Paulo, v. 2, p. 600-601.
- Malagoli, A. A. T., & Lima, A. C. (2012). Ação umectante de PG e PD em sabonetes em barra. *Cosmetics & Toiletries*, v.24, Nov-dez., p.60-71.
- Marins, D. S., & Santos, M. E. (2017). Pré-tratamento do óleo residual de fritura para elevação do pH e diminuição de sólidos para a produção de biodiesel. *Revista da União Latino-americana de Tecnologia*, Jaguariáiva, n. 5, p. 1-20. ISSN 2447-4584.
- Meira, M. (2010). Avaliação comparativa das normas regulatórias dos estudos de estabilidade aplicados a sabonetes sólidos no Brasil, Estados Unidos e União Européia. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Farmácia II; UFRGS. Porto Alegre, RS. <http://hdl.handle.net/10183/70086>.
- Prates, M. M. (2006). Determinação de propriedades físico-químicas de sabões comerciais em barra para controle de qualidade. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química; UFSC. Florianópolis, SC. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/105128>.
- Salgueiro, L., Martins, A. P., & Correia, H. (2009). Raw materials: the importance of quality and safety. A review. *Flavour Fragrance J.* 25, 253–271. <https://doi.org/10.1002/ffj.1973>.
- Silva, A. M. N. da. (2013). Gestão do óleo vegetal residual de fritura visando a sustentabilidade. Universidade Federal de Sergipe, UFS. São Cristovão, SE. <https://ri.ufs.br/handle/riufs/4069>.
- Silva, L. B., Silva, L. H. A. da, Silva Júnior, P. J. da, & Silva, M. das G. de O. (2021). Production of artisanal soaps from residual frying oil and mixing it with Babassu and Tucum oils. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.9, p. 91176-91193.
- Sousa, G. C. M., Pinto, C. de O., Oliveira, D. C. da S., Santos, L. K. de J., Queiroz, M. S., Azevedo, P. G. F. de, & Cavalcanti, L. A. P. (2021). Aplicações do óleo residual de fritura visando a mitigação de impactos ambientais: uma revisão integrativa. *Rev. Bras. De. Gest. Ambient. e Sustain.* 8, 1441–1457. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)082012](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)082012).
- Spadotto, C. A., & Ribeiro, W. C. (2007). Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, Unesp - Campus de Botucatu - SP. ISBN 85-98187-04-6.
- Suarez, P. A. Z., & Mello, V. M. (2011). Gestão sustentável de óleos e gorduras residuais na Universidade de Brasília: rumo à responsabilidade ambiental e social. In: Catalão, V. M. L. *et al.* (Orgs.). Universidade para o século XXI: educação e gestão ambiental na Universidade de Brasília. Brasília: Cidade Gráfica e Editora. p. 59-69.
- Sukeksi, L., & Diana, V. (2020). Preparation and Characterization of Coconut Oil Based Soap with Kaolin as Filler. *J. Phys. Conf. Ser.* 2020, 1542, 012046. DOI: 10.1088/1742-6596/1542/1/012046.
- Talebian-Kiakalaieh, A., AMIN, nem A. S., & Mazaheri, H. (2013). Uma revisão sobre novos processos de produção de biodiesel a partir de óleo de cozinha usado. *Energia Aplicada*, v. 104, p. 683-710.
- Vidal, N. P., Adigun, O. A.; Pham, T. H., Mumtaz, A., Manful, C., Callahan, G., Stewart, P., Keough, D., & Thomas, R. H. (2018). The Effects of Cold Saponification on the Unsaponified

Fatty Acid Composition and Sensory Perception of Commercial Natural Herbal Soaps. *Molecules* 2018, 23, 2356. <https://doi.org/10.3390/molecules23092356>.

Vineyard, P. M, Freitas, P. A. de M. [s.d.]. Estudo e caracterização do processo de fabricação de sabão utilizando diferentes óleos vegetais. Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo - SP.

Vissoso, B. R., Moreno, N. T., Swa, R. H., Marcelino, C. N., Miacci, B. G., Sá, M. C. C. de, & Santos, L. dos. (2021). Produção de sabão como ferramenta de educação ambiental utilizando óleo de cozinha residual e plantas do Cerrado. *In*: Prata, E. G. (org.). *Biologia: Ensino, Pesquisa e Extensão - Uma abordagem do conhecimento científico nas diferentes esferas do saber - Volume 2*. Editora Científica Digital, 2021. 1. ed. cap. 11, p. 159-176.