



Universidade Estadual
da Região Tocantina
do Maranhão

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO
MARANHÃO- UEMASUL
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS, TECNOLÓGICAS E LETRAS-
CCHSTL - CAMPUS AÇAILÂNDIA
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**JOSÉ DANIEL MACHADO DA SILVA
LAURA FÁBIA GEREMIAS DOS SANTOS**

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: produção de sabão artesanal a partir do óleo residual
de fritura.

Açailândia
2024

**JOSÉ DANIEL MACHADO DA SILVA
LAURA FÁBIA GEREMIAS DOS SANTOS**

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: produção de sabão artesanal a partir do óleo residual de fritura.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão/Campus Açailândia como requisito para obtenção do grau de Tecnólogo(a) em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^ª Dra. Regiane Késsias de Sousa Lira

Açailândia
2024


**JOSÉ DANIEL MACHADO DA SILVA
LAURA FÁBIA GEREMIAS DOS SANTOS**

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: produção de sabão artesanal a partir do óleo residual de fritura.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão/Campus Açailândia como requisito para obtenção do grau de Tecnólogo(a) em Gestão Ambiental.


Aprovado em: 20/01/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **REGIANE KESSIAS DE SOUSA LIRA**
Data: 04/02/2025 21:09:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Prof^ª. Dra. Regiane Késsias de Sousa Lira (Orientadora)

Doutorado em Processos Químicos e Bioquímicos
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **KELE SOUSA PIRES ANDRADE**
Data: 07/02/2025 10:12:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Me. Kele Sousa Pires Andrade

Mestrado em Biodiversidade e Conservação
Pesquisadora da Universidade Estadual da Região Tocantina
do Maranhão

Documento assinado digitalmente
 **JHEIMISON FERREIRA GOMES**
Data: 07/02/2025 10:46:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Me. Jheimison Ferreira Gomes

Mestrado em Ciências dos Materiais
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

S586a

Silva, José Daniel Machado da

Alternativa sustentável: produção de sabão artesanal a partir do óleo residual de fritura / José Daniel Machado da Silva; Laura Fábila Geremias dos Santos. –
Açailândia: UEMASUL, 2024.

53 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnólogo em Gestão Ambiental) –
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL,
Açailândia, MA, 2024.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Regiane Késsias de Sousa Lira.

1. Óleo vegetal. 2. Logística reversa. 3. Sustentabilidade. I. Título.

CDU 504:542

Dedicamos este trabalho a Deus, o Criador do universo, que tem nosso coração e nossa vida.

“Porque sem mim nada podeis fazer.” João 15:5

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, o centro das nossas vidas, por sua bondade e misericórdia, por estar conosco em todos os momentos, nos dando força, entendimento e graça para a conclusão deste trabalho e curso. A nossa orientadora, Dra. Regiane Késsias de Sousa Lira, uma mulher inteligente, forte e que esteve presente em todo o processo. Aos nossos familiares, especialmente aos nossos pais, que, sob o intenso sol, nos trouxeram até aqui, à sombra. Aos nossos amigos, que tornaram essa jornada mais leve, alegre e edificante. A todos os professores de TGA, que nos transmitiram seus conhecimentos para que pudéssemos aprender e nos desenvolver de forma excelente. Assim, a todos que nos ajudaram de forma direta e indireta, que Cristo, em sua imensa bondade e amor, os abençoe.

“Nem as leis, nem as taxas, obrigam os cidadãos a respeitarem o meio ambiente se esse respeito espontâneo não lhes for inculcado pela educação.”

Jacques Vernier

*“Mas quem suportará o dia da sua vinda? E quem permanecerá quando ele se manifestar? Porque ele é como o fogo do ourives, e como o **sabão** dos lavadeiros.”*

Malaquias 3:2

RESUMO

Atualmente, o óleo residual proveniente de atividades de fritura representa uma das principais formas de resíduos gerados em áreas urbanas e estabelecimentos comerciais, sendo comumente denominado óleo residual de fritura (ORF). Um dos problemas recorrentes é o descarte inadequado desse resíduo, como o despejo em corpos hídricos, que prejudica significativamente as atividades biológicas nesses ambientes, levando à morte de animais e plantas aquáticas. A logística reversa possibilita uma alternativa de gerenciamento adequado para o retorno dos óleos residuais aos ciclos produtivos, sendo aplicada de forma eficaz no pós-consumo e tornando-se um excelente instrumento para o desenvolvimento sustentável. Com esse objetivo, este trabalho buscou produzir sabão artesanal por diferentes métodos, a fim de avaliar e identificar qual deles apresenta maior qualidade e eficiência. As avaliações dos sabões foram realizadas com base em análises de qualidade aplicadas por outros autores, como índice de saponificação, índice de espuma, perda de massa, entre outros. Com base nas análises realizadas concluiu-se que os três métodos de produção de sabão são alternativas viáveis, por demonstrarem desempenho positivo. Contudo, o Método 3 se destacou e apresentou bons resultados em muitas análises, com a sua composição simples, utilizando apenas três reagentes — soda cáustica (NaOH), óleo residual de fritura e água —, trazendo relevância para a sustentabilidade, economia e rentabilidade.

Palavras-chave: óleo vegetal; logística reversa; sustentabilidade.

ABSTRACT

Currently, waste oil from frying activities represents one of the main forms of waste generated in urban areas and commercial establishments, and is commonly referred to as waste frying oil (RFO). One of the recurring problems is the inadequate disposal of this waste, such as dumping it in water bodies, which significantly harms biological activities in these environments, leading to the death of aquatic animals and plants. Reverse logistics provides an alternative for adequate management for the return of waste oils to production cycles, being effectively applied in post-consumption and becoming an excellent instrument for sustainable development. With this objective, this study sought to produce artisanal soap using different methods, in order to evaluate and identify which one presents the highest quality and efficiency. The soaps were evaluated based on quality analyses applied by other authors, such as saponification index, foam index, mass loss, among others. Based on the analyses performed, it was concluded that the three methods of soap production are viable alternatives, as they demonstrate positive performance. However, Method 3 stood out and presented good results in many analyses, with its simple composition, using only three reagents — caustic soda (NaOH), residual frying oil and water —, bringing relevance to sustainability, economy and profitability.

Keywords: vegetable oil; reverse logistics; sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapa 1 de produção do óleo vegetal.	16
Figura 2 - Etapa 2 de produção do óleo vegetal.	16
Figura 3 - Mapa mental das principais aplicações do óleo vegetal.	17
Figura 4 - Estrutura do sabão.	23
Figura 5 - Determinação do índice de espuma.	32
Quadro 1 - Instrumentos utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas utilidades.....	32
Quadro 2 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções... ..	28
Quadro 3 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções... ..	28
Quadro 4 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções... ..	29
Figura 6 - Amostras durante teste de rachaduras.....	33
Figura 7 - Amostras durante teste de resistência à água.....	34
Figura 8 Amostras de sabões do cada método	36
Gráfico 1 Resultado obtido no teste de índice de espuma.	38
Gráfico 2 Resultados obtidos no teste de pH.....	39
Figura 9 - Resultado do teste de rachadura	40
Figura 10 - Teste de lavagem das machas dos tecidos	42

TABELAS

Tabela 1 - Instrumentos utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas utilidades.....	26
Tabela 2 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.	28
Tabela 3 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.	28
Tabela 4 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.	29
Tabela 5 - Índice de saponificação dos sabões.....	38
Tabela 6 - Resultados ensaios organolépticos	36
Tabela 7 - Resultados obtidos no teste de peso médio	37
Tabela 8 - Teste de resistência à água e perda de massa por amolecimento	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 ÓLEO VEGETAL	15
2.2 APLICAÇÃO DO ÓLEO	16
2.2.1 Cosméticos	17
2.2.2 Produtos farmacêuticos	18
2.2.3 Tintas	18
2.2.4 Lubrificantes	18
2.2.5 Biocombustíveis	19
2.2.6 Produtos alimentícios	19
2.3 O ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA (ORF)	19
2.3.1 Impactos do descarte inadequado do ORF	20
2.4 A LOGÍSTICA REVERSA NA RECICLAGEM DO ORF	21
2.4.1 Produção de sabão Artesanal	22
2.5 A QUÍMICA DOS SABÕES	23
3. OBJETIVOS	25
3.1 Objetivo geral	25
3.2 Objetivos Específicos	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 Área de estudo	26
4.2 Tipo de pesquisa	26
4.3 Coleta do óleo de fritura para realização da produção dos sabões.	26
4.4 Materiais Utilizados	26
4.5 Análises de Qualidade	30
4.5.1 Análise de saponificação	30
4.5.2 Análises organolépticas/sensoriais	30
4.5.3 Peso médio	31
4.5.4 Formação de espuma	31
4.5.5 Determinação do pH	32
4.5.6 Formação de rachadura	32
4.5.7 Teste de resistência à água	33
4.5.8 Perda de massa/amolecimento	34
4.5.9 Teste de lavagem	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36

5.1	Análise de saponificação	36
5.2	Análises organolépticas/sensorias	36
5.3	Peso médio	38
5.4	Formação de espuma	38
5.5	Determinação de pH	39
5.6	Formação de rachadura	40
5.7	Teste de resistência à água e perda de massa por amolecimento	41
5.8	Teste de lavagem	42
	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o óleo residual proveniente de atividades de fritura representa uma das principais formas de resíduos gerados em áreas urbanas, principalmente em estabelecimentos comerciais, sendo comumente denominado como óleo residual de fritura (ORF). Após seu uso, esse produto se transforma em um resíduo altamente prejudicial ao meio ambiente quando descartado de maneira inadequada por ser um resíduo de difícil degradabilidade e alto poder de contaminação (Lucchetti *et al.*, 2019).

O despejo de ORF em corpos hídricos prejudica significativamente as atividades biológicas nesse ambiente, levando à morte de animais e plantas aquáticas. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na sua resolução N° 357 certifica-se que o máximo de descarte permitido por litro em um corpo de água para óleo vegetal é de 50 mg, sendo que apenas 0,05 de óleo de cozinha são suficientes para poluir 25 mil litros de água (BRASIL, 2005). Enquanto o despejo inadequado do óleo no solo, acaba acarretando na criação de uma camada impermeável que impede a infiltração adequada das águas pluviais, contribuindo para o surgimento de enchentes como resultado desse bloqueio na sua absorção natural (França, 2019).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (ABIOVE), o consumo de óleo vegetal comestível foi de 4,7 bilhões de litros no ano de 2019. Por ser um excelente subproduto, o óleo de cozinha pós-consumo pode receber uma destinação mais nobre por meio do reaproveitamento e da reciclagem, de maneira a produzir bens de valor, gerar renda e minimizar os impactos adversos ao meio ambiente.

Conforme Fiatkoski *et al.*, (2020), o óleo de cozinha está entre os resíduos orgânicos cujo volume vem aumentando em escala surpreendente. Esses resíduos têm como principais fontes a indústria, residências, restaurantes, lanchonetes, entre outros. De acordo com dados obtidos no ano de 2020 pela Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta, Reaproveitamento e Reciclagem de Resíduos de Óleo Comestível (ECÓLEO), dos 8,791 milhões de toneladas de óleo de soja produzidas no Brasil em 2019, apenas 1% do óleo usado foi coletado (Ecóleo, 2019).

Recentemente, muitas empresas têm adotado a logística reversa como uma alternativa eficaz para mitigar os impactos negativos gerados por seus processos ou produtos. Essa abordagem envolve a reutilização de produtos ou resíduos após o término de seu ciclo de vida útil. Segundo Fiatkoski *et al.*, (2020), a logística reversa possibilita uma alternativa de gerenciamento adequado para o retorno dos óleos

residuais aos ciclos produtivos, sendo aplicada de modo eficaz no pós-consumo e se tornando um excelente instrumento para o desenvolvimento sustentável.

Cita-se, por exemplo, o caso da empresa Mc Donald's, que reutiliza todo o seu óleo de fritura, após o preparo de seus produtos, para a produção de biodiesel e produtos de limpeza. Posteriormente, o biodiesel é utilizado pela própria empresa como combustível para seus caminhões de entrega (Dalefe *et al.*, 2011). Outro exemplo da reutilização do óleo residual de fritura (ORF) ocorre em uma comunidade da cidade de Belo Horizonte-MG. Um projeto realizado na comunidade tem transformado esse resíduo gerado pelos moradores em sabonetes aromáticos, utilizados posteriormente para lavagem e desinfecção pela própria comunidade, desde novembro de 2020 (Noronha, 2022).

Portanto, a fabricação de sabão artesanal é um dos exemplos da prática de logística reversa, ao reutilizar óleo de fritura em seu processo, oferecendo uma abordagem sustentável para a reutilização e destino final desse resíduo. Esse óleo residual, geralmente, é descartado na pia, no sistema de drenagem e, posteriormente na rede de esgoto. Assim, a abundância desse resíduo pode ser transformada em algo benéfico (Azme *et al.*, 2023).

1.1 Justificativa

De acordo com Bezerra e colaboradores (2021), a cada mês, uma quantidade superior a 200 milhões de litros de óleo residual proveniente de frituras acaba nos corpos d'água, resultando em sérios danos ao meio ambiente. Os mesmos pesquisadores destacam que, atualmente, o óleo de cozinha usado é uma das principais fontes de poluição de água doce e salgada nas áreas mais densamente habitadas do Brasil. Embora esse resíduo represente uma parcela pequena do lixo descartado, os impactos decorrentes são significativos.

Desse modo, pode-se obter uma matéria-prima proveniente do óleo residual de alimentos fritos para produção de diversos produtos, como, por exemplo, sabão, biodiesel, tintas, resina, entre vários outros (Da Costa *et al.*, 2015). O óleo residual de frituras, caso seja descartado de forma adequada, pode gerar renda e empregos, estabelecendo uma motivação para os cidadãos realizarem a coleta. Além disso, as indústrias que trabalham com esses resíduos conseguem conquistar mão de obra qualificada (Miguel *et al.*, 2014).

A produção de sabão utilizando óleo de cozinha usado é economicamente viável e ecologicamente responsável, uma vez que transforma resíduos em produto

novamente, isso através de sua reutilização na fabricação do sabão e diversas outras aplicações, não gerando resíduo significativos. O sabão resultante é biodegradável, e o processo de saponificação é eficiente, exigindo um consumo mínimo de energia (Azme *et al.*, 2023; Felix *et al.*, 2017).

As alternativas sustentáveis para a gestão ambiental são de extrema importância, pois visam formas de tornar as atividades humanas menos prejudiciais ao meio ambiente. Portanto, este trabalho apresenta uma alternativa sustentável para a reutilização do óleo de cozinha da cantina da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão-UEMASUL Campus Açailândia, por meio da fabricação de sabão artesanal. Essa iniciativa é benéfica tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÓLEO VEGETAL

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em sua Resolução RDC nº481 de março de 2021, em seu Art. 3º, inciso IV irá dispor sobre os requisitos sanitários para óleos e gorduras vegetais, classificando os óleos vegetais em produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos, podendo conter pequenas quantidades de outros lipídios tais como fosfolipídeos, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura, obtidos das partes das espécies vegetais.

Nos incisos V, VI, VII, identificará os tipos de óleo em 3 categorias, os óleos vegetais prensados a frio, este é um processo apenas mecânico sem a utilização de calor. Os óleos vegetais refinados, onde existe processamento tanto químicos, quanto físicos, pois para adquirir um óleo de características necessárias para uso, a remoção de compostos que oxidam, ácidos graxos livre e outros, é de extrema importância. E os óleos vegetais virgens, estritamente adquirido por meio de aplicação de calor e processamento mecânico (ANVISA, 2021). A extração do óleo seguirá de acordo com as características da oleaginosa, podendo ser realizada por diferentes métodos. Dentre os tipos de extrações, a prensada a frio é um dos métodos mais antigos sendo utilizado atualmente, mesmo com uma modernização empregue no processo, como o de prensas contínuas (Castilho, 2021).

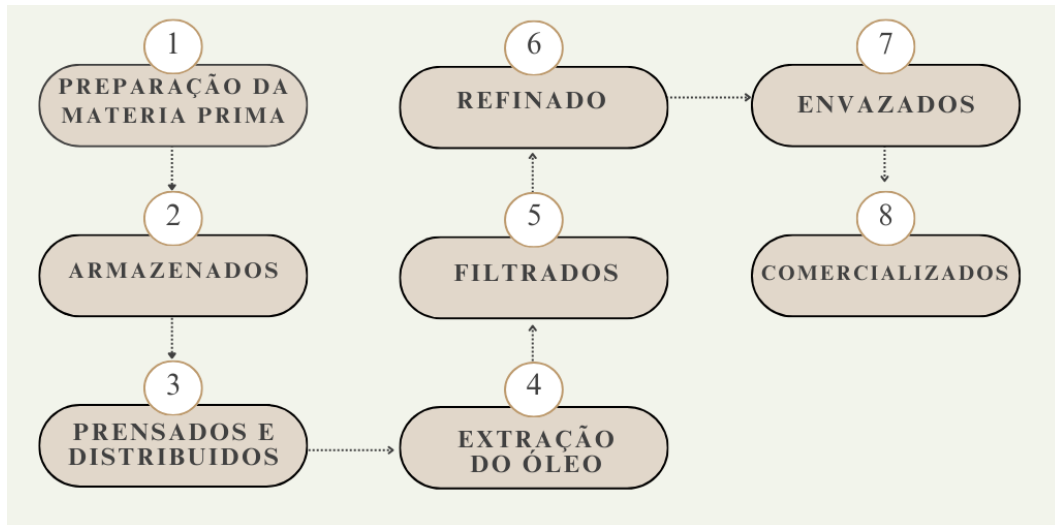
Antes da chegada do óleo ao comércio, existem diversas etapas nessa logística, a primeira e mais demorada se dar ao plantio, manejo e colheita da lavoura da matéria-prima utilizada na produção, conforme apresentado na **Figura 1**. Já a **Figura 2**, mostra a segunda etapa que ocorre após a colheita, na preparação de matéria prima, efetua-se o recebimento, limpeza e secagem para a armazenamento dos grãos, no qual podem ser acondicionados dentro de silos ou ensacados, atentando-se para a temperatura, umidade e outros aspectos. Logo depois, esses grãos serão distribuídos em esteiras para a extração por prensagem ou por solventes o qual são métodos contínuo e descontínuos, já com a extração do óleo bruto finalizada, estes mesmos passarão por filtragem e o refino para retirada das impurezas contidas adequando-se para o consumo e por fim envasado e comercializados (Abiove, 2019).

Figura 1 - Etapa 1 de produção do óleo vegetal.



Fonte: autoria própria.

Figura 2 - Etapa 2 de produção do óleo vegetal.



Fonte: autoria própria.

O Brasil é um dos territórios com maior produção de soja, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), acompanha as safras brasileiras de grãos divulgando o levantamento em cada uma delas, em setembro de 2024, a produção de soja alcançou 147.336,6 mil toneladas, 4,7% inferior ao obtido na safra 2022/2023, a maior já colhida no Brasil, essa diminuição ocorreu pelas adversidades climática, porém considerada ainda satisfatória (CONAB, 2024).

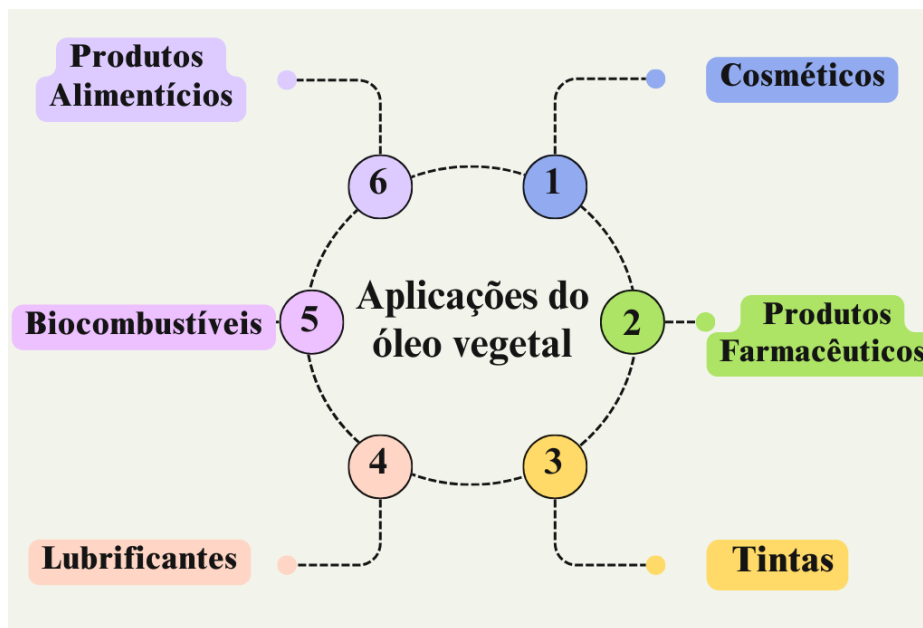
2.2 APLICAÇÃO DO ÓLEO

O Brasil destaca-se por ser um dos países com imensa área agricultável, vasto em espécies vegetais oleosas, clima diversificado e solo rico em diversos nutrientes, promovendo um potencial gigante na extração de óleo, tais características o possibilita de preparo de opções variadas em alimentos e sabores. Com essa variação de possibilidades, o óleo por sua vez é um derivado vegetal, extraído da gordura vinda de plantas e sementes como girassol, linhaça, caju e outras, também com capacidade de extração de grãos sendo eles soja e milho ou por abacate, azeitona, canola e diversos

outros (Wildner e Hillig, 2012).

Os óleos vegetais apresentam diversas aplicações, na **Figura 3**, podemos observar alguns exemplos, onde suas características possibilitam uma alta variedade de produtos a partir de seus componentes, assim proporcionando alternativas mais sustentáveis em suas produções. Correspondendo positivamente no âmbito ambiental e no social com os produtores e consumidores.

Figura 3 - Mapa mental das principais aplicações do óleo vegetal.



Fonte: autoria própria.

2.2.1 Cosméticos

As características elementares nos óleos vegetais trazem destaque pela presença de substâncias diversas, grande versatilidade no uso desses bioativos e por seus compostos lipídicos. O Brasil busca realizar uma adaptação para aumento da utilização de componentes naturais em sua produção, seja para cuidados com cabelos, pele ou higiene. Por sua vez, o óleo vegetal desperta interesses tanto nos fabricantes quanto nos consumidores por ser de origem natural, incluindo outras atividades como a presença de vitaminas, capacidade hidratante, entre outras (Reis, 2022).

Ao passar dos anos com uma maior exploração e utilização dos produtos de origem natural, despertou um novo olhar a respeito da utilização desses tipos de produtos, onde possibilita uma maior visibilidade a flora brasileira rica em óleos, onde trazem diversos benefícios, uma visão mais ampla a respeito da biodiversidade e por

consequente a aplicação de sustentabilidade pelo uso adequado em produtos e empresas de cosméticos, como a Natura (Nakagami *et al.*, 2019)

2.2.2 Produtos farmacêuticos

Os óleos vegetais apresentam uma composição química característica, permitindo um potencial de exploração no âmbito medicinal, proporcionando diversas propriedades farmacológicas. O óleo vegetal por ter efeito biológico próprio eles podem atuar juntamente com outros componentes, intensificando os resultados (Masiero *et al.*, 2021).

O uso do óleo de açaí tem conquistado uma crescente relevância nas indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas, principalmente por sua rica composição lipídica e elevado teor de compostos antioxidantes, sendo ambos benéficos à saúde. Uma das regiões que desponta em plantas que produzem vários óleos vegetais é a Amazônia, sendo uma parte importante da vida local, tradicionalmente utilizados pela população no tratamento de enfermidades. Nos últimos anos, diversas empresas têm se interessado e utilizado o óleo de açaí, andiroba e dentre outros em suas produções farmacêuticas, as quais são provenientes dessa região (Lira *et al.*, 2021).

2.2.3 Tintas

Outra forma de reciclar esse óleo residual é a produção de resinas que podem ser utilizadas para a fabricação de vernizes e tintas. O óleo residual de fritura começa a ganhar visibilidade para a produção de resinas poliméricas que podem ser incorporadas às tintas para veículos. A literatura indica principalmente a produção de resinas alquídicas e resinas obtidas através da polimerização térmica dos óleos residuais com o uso de um complexo metálico como catalisador (Alves, 2024).

2.2.4 Lubrificantes

Os lubrificantes possuem diversificados tipos, isso se dar de acordo com seu estado físico, onde pode-se obter uma classificação, sendo em sólidos, líquidos, semissólidos ou como gases. A utilização deles se diferem em cada classificação, os sólidos podem atuar como lubrificantes secos ou aditivos, ou seja, juntamente com outros. Enquanto, os lubrificantes líquidos atuam na diminuição do atrito ou contra corrosão. Já os semissólidos, no caso as graxas atuam como camada protetora e lubrificante pois adere as superfícies. Com isso, desenvolvimentos em lubrificantes

utilizando óleos vegetais vem sendo estudado e testado, como por exemplo óleo de andiroba, copaíba, coco e entre outros (Silva, 2023).

2.2.5 Biocombustíveis

Alternativas sustentáveis para a produção de biocombustível têm interessado aos fornecedores, com isso dando uma maior importância as gorduras e óleos residuais, pois um de seus benefícios principais se dar pelo baixo custo, como também a possibilidade de reutilização de óleo de cozinha, para então utilizá-las como matéria prima, gerando assim fonte de energia renovável, onde reduz a poluição e sendo uma alternativa de grande potencial, pois agregaria sustentabilidade (Coelho, 2020). De acordo a Associação de Produtores de Biodiesel do Brasil (APROBIO), cerca de 30 milhões de litros de óleo de cozinha foram reciclados no país para produção do biodiesel (Aprobio, 2017).

2.2.6 Produtos alimentícios

O óleo vegetal é amplamente empregado na culinária brasileira para o preparo de alimentos, 80% de sua produção é derivada de grãos de soja, enquanto o restante é composto por óleos especiais como canola, girassol, palma e amendoim (ABIOVE, 2015). No ano de 2017, foram produzidos no Brasil cerca de 8.433 milhões de toneladas de óleo de soja. Deste total, 16% foram destinados para exportação, 35% para produção de biodiesel e 48% destinados para consumo alimentar doméstico e industrial (ABIOVE, 2018). Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (ABIOVE), o consumo de óleo vegetal comestível foi de 4,7 bilhões de litros no ano de 2019.

2.3 O ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA (ORF)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), classifica o óleo residual de fritura (ORF) como um resíduo sólido, pelo fato dele ser um resíduo resultante de atividades humanas, que geralmente é descartado em um recipiente e por ser inviável a opção de seu descarte nas redes públicas de esgotos ou em corpos d'água (Brasil, 2010). O óleo residual de fritura apresenta como características de sua composição, um elevado índice de viscosidade e acidez, alto grau de calor específico e odor

desagradável. Este resíduo quando descartado de maneira incorreta, sem obedecer às condições mínimas de segregação, constitui-se um dos resíduos domésticos mais perigosos (SABESP, 2011; Oliveira, 2013; Zucatto *et al.*, 2013).

O óleo residual de fritura é um resíduo gerado a partir do aquecimento em altas temperaturas de óleos de origem vegetal ou animal para a preparação de alimentos, seja na indústria alimentícia ou em residências. Esse resíduo apesar de ser um agente de alto nível de contaminação para o meio ambiente, caso seja descartado de forma incorreta, porém apresenta um grande potencial e características que possibilitam sua reutilização. A alternativas variadas para sua reutilização, algumas ganham bastantes destaque e são produzidas em nível de escala maior, como por exemplo na produção de biodiesel e tintas, enquanto outras são economicamente mais viáveis e extremamente eficientes, como a produção de sabão, dessa forma também caminhando na busca pela destinação mais eficiente desse resíduo (Barrios *et al.*, 2018).

2.3.1 Impactos do descarte inadequado do ORF

O descarte inadequado do óleo residual acarreta uma série de problemas, sendo um deles a formação de uma camada impermeável nos leitos dos rios e nos solos. Podendo essa impermeabilização ter como consequência direta sérios transtornos de inundação em áreas urbanas, resultando em danos socioambientais significativos. Além disso, tais práticas contribuem para o desequilíbrio ecológico da região, afetando negativamente os ecossistemas locais e sua capacidade de sustentar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos essenciais (Branco *et al.*, 2013).

Ambientalmente não existe um consenso quanto a forma correta de descarte do óleo residual de fritura. A apenas a orientação para que este resíduo seja acondicionado em um recipiente fechado, geralmente uma garrafa pet, sendo posteriormente descartado no lixo domiciliar (Rabelo e Ferreira, 2008; Thode Filho *et al.*, 2013). Entretanto existem alternativas para a sua reutilização por meio da produção de resina para tintas, sabão, detergente, amaciante, sabonete, glicerina, ração para animais, biodiesel, lubrificante para carros, dentre outras opções (Novaes, 2014).

Os ambientalistas concordam que não existe um modelo ideal para o descarte do resíduo, mas sim alternativas para o reaproveitamento do óleo de fritura (Khaled *et al.*, 2023). O processo de reciclagem é incentivado por diversos projetos ao redor do

mundo. Através da reciclagem, os óleos usados deixam de ser resíduos poluentes e se transformam em produtos de valor agregado. O óleo vegetal de cozinha usado é um exemplo de material pós-consumo que destaca a importância dos aspectos sociais e ambientais na gestão de resíduos para viabilizar sua cadeia de reaproveitamento. Assim, o ciclo reverso do produto pode trazer vantagens competitivas, além de evitar a degradação ambiental e problemas nos sistemas de tratamento de água e esgoto (Pitta Junior *et al.*, 2009).

2.4 A LOGÍSTICA REVERSA NA RECICLAGEM DO ORF

A PNRS, instituída pela Lei Federal 12.305 de 2010, define a logística reversa como uma ferramenta de desenvolvimento econômico e social, destacando a importância deste conjunto de ações para a eficácia da gestão de resíduos sólidos urbanos. A PNRS adota esse modelo com base em práticas contemporâneas de gestão de resíduos, que enfatizam a responsabilidade compartilhada e a gestão do ciclo de vida dos produtos.

Atualmente, é evidente que os sistemas de logística reversa são indispensáveis tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. A importância desses sistemas reside na sua capacidade de minimizar o impacto ambiental e otimizar o uso de recursos. Portanto, é crucial investigar e explorar todo o potencial de reaproveitamento de subprodutos, buscando soluções que promovam a sustentabilidade e a eficiência na gestão de resíduos (Hashmi, 2022).

No que lhe concerne, o óleo residual de fritura acarreta pontos positivos ao cumprirem seu respectivo descarte, um deles sendo na questão ambiental proporcionando cuidado e a preservação por meio da educação ambiental a sociedade e aos colaboradores: com o conhecimentos adquirido, é possível realizarem o devido acondicionamento ou fabricação de subprodutos, por exemplo, o biodiesel, sabão artesanal e entre outros (Richnak, 2021).

Sayed *et al.*, (2024) afirma que a produção de sabão tem se destacado e ganhado espaço devido ao seu processo simplificado e economicamente viável. Além de ser uma solução prática, essa alternativa ajuda a reduzir o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desse tipo de resíduo.

A prática de reutilizar esse resíduo é crucial para impedir sua disposição direta em corpos d'água ou seu descarte em pias e vasos sanitários, acarretando o

entupimento das tubulações nas redes de esgoto, além de também causar poluição principalmente nos ecossistemas aquáticos (Pitta Júnior *et al.*, 2009; Godoy *et al.*, 2010). Essa abordagem não apenas promove a conservação ambiental, mas também contribui para a saúde dos sistemas hidrográficos e a qualidade de vida das comunidades que dependem desses recursos naturais.

A logística reversa do óleo residual de fritura possibilita sua transformação novamente em matéria-prima. Da mesma forma, a educação ambiental desempenha um papel crucial na conscientização, na responsabilidade e na promoção da sustentabilidade no descarte adequado e eficaz, o qual envolve o acondicionamento em recipientes apropriados e a entrega nos centros de coleta para reutilização. Um exemplo desse processo é desenvolvido pela Indústria e Alimentos Ltda. – ASA, localizada em Recife (PE), responsável pela fabricação de produtos de limpeza e cuidados pessoais. O sabão Bem-Te-Vi é uma das marcas produzidas pela empresa, sendo produzido a partir do óleo de cozinha coletado nos centros de logística reversa (Gómez e Machado, 2015).

2.4.1 Produção de sabão Artesanal

A produção do sabão artesanal se torna uma alternativa sustentável socioambiental, proporcionando aos fabricantes economia para consumo próprio, renda para comercialização e minimização de impactos negativos (Zahran, 2024). A prática de reciclagem desempenha um papel crucial na redução dos problemas gerados pelo resíduo, contudo, algumas medidas são essenciais para promover a disseminação desse hábito.

É relevante destacar que, além dos benefícios ambientais resultantes da reciclagem do óleo saturado, também existem vantagens sociais e econômicas que sustentam o processo de desenvolvimento sustentável. A fabricação de sabão possibilita a criação de cooperativas para comercializar os produtos, gerando renda e promovendo o desenvolvimento econômico nas comunidades (Martins *et al.*, 2010). Além da realização da produção e venda do sabão, o ORF excedente da produção também pode ser vendido para empresas, sendo utilizados como matéria-prima para a fabricação de novos produtos.

A elaboração de sabão é um processo simplificado, de custo reduzido e vantajoso, porém, requer a devida precaução para prevenir eventualidades

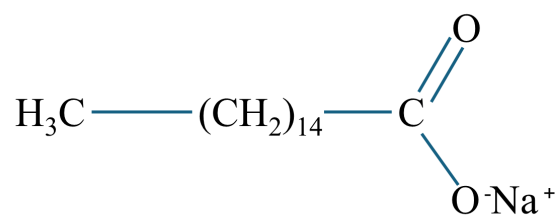
indesejadas. É de suma importância enfatizar o procedimento adequado a ser seguido e as precauções necessárias, devida atenção ao manuseio de soda cáustica, substância passível de causar intoxicação e queimaduras cutâneas (Bertê *et al.*, 2014).

A produção de sabão artesanal a partir de óleo residual de fritura (ORF), pode ser realizada em âmbito doméstico ou industrial, permitindo uma logística reversa que beneficia o ciclo produtivo. Isso ocorre porque, além de trazer vantagens ecológicas para o meio ambiente, esse processo transforma um material descartado em um produto útil e amplamente aplicável (Macedo *et al.*, 2017).

2.5 A QUÍMICA DOS SABÕES

A IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada, do inglês *International Union of Pure and Applied Chemistry*) define o sabão como um sal de ácido graxo saturado ou insaturado (**Figura 4**), devendo conter pelo menos oito átomos de carbono em sua composição ou uma mistura desses sais ácidos graxos (IUPAC, 2012). Esse processo ocorre por meio da reação de saponificação, onde se utiliza gorduras ou óleos, e uma base forte, sendo geralmente hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH), resultando em glicerina (glicerol) e sabão (sais de ácido graxos). Quando se utiliza NaOH, é produzido um sabão mais consistente, mais duro. Quando se utiliza KOH, é produzido um sabão “mole”, chamado de sabão potássico (Shreve, 1980).

Figura 4 - Estrutura do sabão.



Fonte: autoria própria.

Os sabões podem ser encontrados em duas formas: sólida e líquida. Os sabões líquidos são produzidos a partir de substâncias tensoativas sintéticas, derivadas do petróleo. Um exemplo comum, também utilizado em detergentes, é o lauril sulfato de sódio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$), que promove a emulsificação de gorduras e confere propriedades de limpeza (Hartini *et al.*, 2021). Por outro lado, o sabão em barra é fabricado por meio da saponificação de gorduras, uma reação química entre óleos e

uma base, geralmente hidróxido de sódio. Esse processo resulta em uma massa sólida com propriedades tensoativas, eficaz na limpeza (Faruk *et al.*, 2021).

Um conceito necessário para se entender como ocorre a atuação do sabão, é o de tensão superficial. Ela pode ser definida como energia na forma de trabalho, sendo necessária para que ocorra a expansão da superfície de um líquido. Pois quanto mais unidas estiverem as moléculas do líquido, maior será o trabalho para distanciá-las uma das outras (Adamson, 1997). Dessa forma pode se dizer que quanto mais unidas essas moléculas estiverem, maior será a tensão superficial desse determinado líquido.

As moléculas que constituem o sabão apresentam regiões polares e apolares. Ao entrarem em contato com líquidos, sejam eles polares ou apolares, essas moléculas se dissolvem e passam a interagir com as moléculas do líquido. Esse fenômeno provoca uma diminuição nas interações entre as moléculas do líquido dissolvente, resultando em uma redução significativa da tensão superficial. Por essa razão, sabões e detergentes são classificados como substâncias tensoativas (Lage, 2015).

Curiosamente, os sabões de caráter alcalino são mais eficazes do que aqueles com pH próximo da neutralidade. Isso se deve ao fato de que, com maior alcalinidade, aumentam as interações com as partículas de sujeira, resultando em um poder de limpeza superior. No entanto, uma alcalinidade muito alta pode torná-los inadequados para o uso, devido ao seu efeito cáustico (Fardini *et al.*, 2017). O poder de formação de espuma de um sabão está diretamente relacionado à sua capacidade detergente, mas a presença de espuma nem sempre indica uma maior eficiência de limpeza. Muitas vezes, as indústrias adicionam espessantes ao sabão, o que diminui ainda mais a tensão superficial e eleva a quantidade de espuma produzida (Rusdianto *et al.*, 2021).

Os sabões são utilizados para remover certas impurezas que a água, por si só, não consegue retirar, tais como restos de óleos e gorduras, por exemplo. Isso é observado porque as moléculas de água são polares e as de óleo e/ou gorduras são apolares, não interagindo, portanto, entre si (Belo, 2014; Silva *et al.*, 2016). A interação entre eles ocorre por meio da formação de micelas, que são as partículas de óleo envolvidas por moléculas de sabão, onde a parte polar do sabão interagem com as moléculas de água e a parte apolar interagem com óleo. Dessa forma, o sabão acaba agindo como um emulsificante, devido possui a capacidade de fazer com óleo de disperse na água por meio da formação de micelas (Ghate, 2024).

Algumas das principais características que uma solução de sabão deve apresentar incluem: capacidade de emulsificação, que envolve dividir óleos ou

gorduras em pequenas gotículas microscópicas e mantê-las suspensas na água; capacidade de molhagem, permitindo que a solução umedeça as superfícies onde é aplicada; e capacidade de penetração, alcançando locais de difícil acesso, como ranhuras e fissuras superficiais (Andrade; Macedo, 1996).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Este trabalho possui como objetivo a reutilização do óleo de cozinha da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão- UEMASUL, para a produção de sabão artesanal por diferentes métodos, visando avaliar o qual deles apresenta maior qualidade.

3.2 Objetivos Específicos

- Produzir o sabão artesanal a partir de três métodos diferentes;
- Realizar análises de qualidade em cada método;
- Identificar qual o método que apresentou melhor eficiência.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo ocorreu em uma das instituições da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), localizada na cidade de Açailândia (CCHSTL – Centro de Ciências Humanas, Sociais, Tecnológica e Letras), situada na região sul do Maranhão, com as seguintes coordenadas geográficas Latitude: 4° 57' 14" Sul, longitude: 47° 30' 7" Oeste. A cidade possui aproximadamente 106.550 mil habitantes. O campus conta atualmente com 602 alunos ativos, divididos entre os seis cursos de graduação ofertados na Instituição.

4.2 Tipo de pesquisa

A pesquisa é de cunho experimental por conta das análises laboratoriais, sendo também qualitativa pela comparação entre os resultados dos métodos utilizados na produção do sabão.

4.3 Coleta do óleo de fritura para realização da produção dos sabões.

O óleo utilizado nesta pesquisa foi obtido por meio de doação da atual proprietária da lanchonete do campus. A coleta foi realizada ao longo de aproximadamente um mês, período durante o qual foi possível acumular um galão de 5 litros de óleo de soja, previamente utilizado nos processos de fritura do estabelecimento.

4.4 Materiais Utilizados

O **Quadro 1** apresenta todos os materiais que foram utilizados na produção do sabão artesanal dos três métodos presentes neste trabalho e suas respectivas funções, apontando a utilidade e necessidade de cada um deles.

Quadro 1 - Instrumentos utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas utilidades.

VIDRARIAS/EQUIPAMENTOS	FUNÇÃO
------------------------	--------

Béquer	Dissolução de sólidos e aquecimento de líquidos.
Erlenmeyer	Aquecimento de líquidos e titulações.
Funil comum	Filtração simples, com auxílio de papel de filtro, e transferência de líquidos.
Provetas	Medida de volumes de líquidos sem grande precisão.
Peneira	Utilizada para peneirar as substâncias para separar os componentes sólidos.
Pisseta	Utilizada para conduzir o fluxo do líquido até a superfície que se deseja lavar ou enxaguar.
Bastão de vidro	Transportes de líquidos e agitação de soluções.
Espátula de porcelana com colher	Usada na transferência de substâncias sólidas.
Balança analítica	Utilizada para pesagem.
Balança de precisão	Utilizada para pesagem.
Recipiente de plástico 3 L	Utilizado para a incorporação da mistura.
Chapa aquecedora	Utilizada para aquecer substâncias.
pHmetro	Utilizado para indicar a neutralidade, acidez e alcalinidade de diversos tipos de amostras.
Espátula de plástico	Utilizada para agitar soluções.
Recipiente de plástico	Utilizado para o acondicionamento do sabão.

Fonte: autoria própria.

Os **Quadros 2, 3, 4** apresentam todos os materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções utilizadas em cada método. O primeiro método realizou-se conforme a metodologia utilizada por Borges e Sousa (2020), onde se observa que o seu diferencial dos demais é a utilização do álcool como um dos componentes. Enquanto o segundo método baseou-se nas instruções do curso “Alternativas Sustentáveis para Gestão Ambiental”, ofertado pela plataforma

ESKADA da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), incluindo na sua produção a utilização do sabão em pó. Por fim, temos o terceiro método realizado por Vogel e Zimmer (2018), que dos três utilizados, contém a menor quantidade de materiais utilizados.

Buscou-se selecionar métodos que utilizassem materiais distintos em sua metodologia, com o objetivo de verificar a influência de cada um na qualidade dos sabões produzidos. As produções dos sabões foram desenvolvidas entre os meses de junho e agosto de 2024, sendo, posteriormente a esse período, realizadas as análises de qualidade nas amostras produzidas.

Quadro 2 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.

1º Método - Materiais e modo de produção		
	Produto	Proporções
Reagentes	Óleo de cozinha pós fritura	250 mL
	Soda cáustica	50 g
	Água tratada	50 mL
	Detergente	25 mL
	Álcool	5 mL
Modo de produção	1º PASSO: Coloca-se a soda cáustica em um recipiente e adiciona-se em pequenas quantidades a água em temperatura ambiente.	
	2º PASSO: A substância deve ser agitada até a soda cáustica se dissolver por completo e se tornar homogeneizada.	
	3º PASSO: Após isso, deve-se adicionar óleo e continuar a homogeneização da mistura por 10 minutos.	
	4º PASSO: Após esse tempo, adiciona-se o álcool e o detergente e continua-se a homogeneização da mistura até a obtenção de uma pasta consistente.	
	5º PASSO: Por último, a pasta deve ser despejada em um recipiente forrado e aguardar um período de 24h para ser realizado o corte.	

Fonte: Adaptado de Borges e Sousa, 2020.

Quadro 3 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.

2º Método - Materiais e modo de produção		
	Produto	Proporções
Reagentes	Óleo de cozinha pós fritura	250 mL
	Soda cáustica	45 g
	Água tratada	90 mL
	Detergente	45 mL
	Sabão em pó	1 g
	Alecrim em pó	2,5 g
Modo de produção	1º PASSO: Filtração do óleo para retirar os resíduos sólidos presente.	
	2º PASSO: Misturar a água aquecida em 40° C com a soda cáustica até ela se dissolver por completo.	
	3º PASSO: Aquecer o óleo em uma temperatura de 40° C. Após isso, deve ser inserido aos poucos a soda cáustica dissolvida ao óleo.	
	4º PASSO: Misturar somente esses materiais durante 20 minutos. Após esse tempo, deve se adicionar os demais materiais (detergente, sabão em pó e alecrim em pó).	
	5º PASSO: Despeje o sabão no recipiente de molde e aguarde um período de 20 a 40 dias para a sua solidificação.	

Fonte: Adaptado de ESKADA, 2023.

Quadro 4 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.

3º Método - Materiais e modo de produção		
	Produto	Proporções
Reagentes	Óleo de cozinha pós fritura	250 mL
	Soda cáustica	34 g
	Água tratada	30 mL

Modo de produção	1º PASSO: Adiciona-se a soda cáustica em um recipiente e aos poucos adiciona-se a água, agitando-se até o material se dissolver por completo.
	2º PASSO: Adiciona-se o óleo em um recipiente e logo após adiciona-se aos poucos a soda cáustica dissolvida ao óleo.
	3º PASSO: Por fim, a substância deve ser agitada durante um período de 25 minutos e após esse período, deve ser transferida para outro recipiente, para o seu período de solidificação.

Fonte: Adaptado de Vogel e Zimmer, 2018.

4.5 Análises de Qualidade

Em uma etapa subsequente, procedeu-se à análise laboratorial, fundamental para a verificação experimental das propriedades dos sabões produzidos nesta pesquisa, realizada no Laboratório Multidisciplinar da própria Universidade. Para a determinação da qualidade dos sabões, realizaram-se as análises de saponificação, organolépticas/sensoriais, peso médio, formação de espuma, determinação de pH, formação de rachadura, teste de resistência à água, perda de massa por amolecimento e teste de lavagem.

4.5.1 Análise de saponificação

Para realização da análise do índice de saponificação, pesou-se 3g da amostra de sabão, em seguida adicionado 25,0 mL de KOH 0,5 mol.L⁻¹. A mistura foi aquecida em uma placa aquecedora durante 30 minutos à temperatura de 60°C e, depois, titulada com ácido clorídrico 0,5 mol.L⁻¹. Para o branco, a amostra de sabão foi substituída por 3,0 mL de água destilada e continuando conforme as análises das amostras de sabão (Oliveira *et al.*, 2021).

4.5.2 Análises organolépticas/sensoriais

Nas análises organolépticas para os sabões, foram avaliadas as características detectáveis pelos órgãos dos sentidos, verificando os seguintes parâmetros quando aplicáveis: aspecto, cor e odor (Brasil, 2004). Nesta análise foi avaliado se as amostras

mantiveram as características macroscópicas das amostras de referência (padrão) de cada método utilizado ou se houve divergências quanto a essas características observadas, dessa forma permitindo a caracterização de cada amostra.

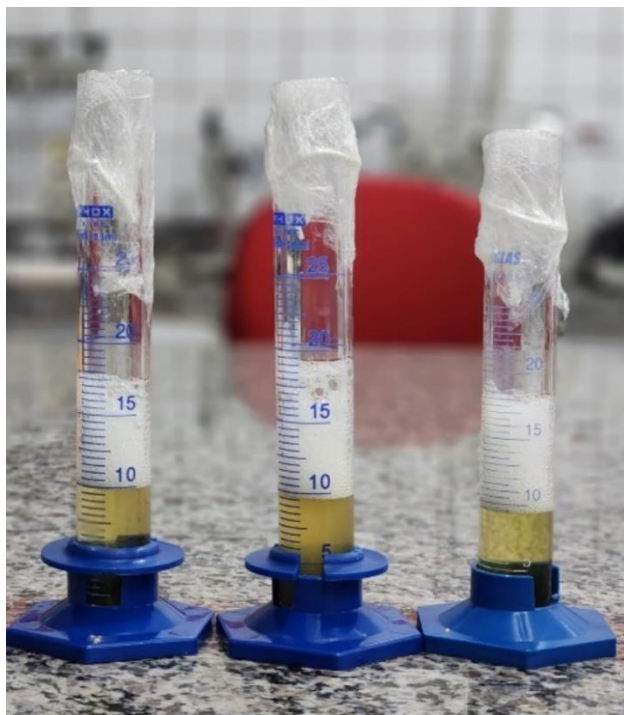
4.5.3 Peso médio

O teste de pesagem consiste em certificar o peso de cada amostra de sabão produzido, assim analisando a uniformidade entre eles. Sendo pesadas em uma balança analítica, contendo um total de 9 barras, divididas em 3 por método. Desse modo, foi calculado o peso médio, a partir dos resultados obtidos (Tescarollo *et al.*, 2015).

4.5.4 Formação de espuma

Na realização do teste de formação de espuma, conforme apresentado na **Figura 5**, adotou-se o método de Bartsch com algumas adaptações. Inicialmente foi pesados 4g de sabão de cada método produzido, em seguida adicionou 15 mL de água destilada para a diluição, agitando manualmente com o auxílio do bastão de vidro durante 5 minutos. Após a diluição, transferiu-se o líquido formulado para uma proveta de 25 mL, vedando-a com papel filme e brandindo 10 vezes simultaneamente, repetindo essa ação por três vezes com intervalos de 5 minutos entre elas (Almeida, Silva e Cornélio, 2017).

Figura 5 - Determinação do índice de espuma.



Fonte: autoria própria.

4.5.5 Determinação do pH

Para realização do teste de pH, utilizou-se o pHmetro de bolso. Pesou em um béquer de 50 mL, 5g de cada método realizado, diluindo com água destilada manualmente com o auxílio de um bastão de vidro, em seguida imergiu o aparelho na solução de sabão, aguardando até o resultado (Tescarollo *et al.*, 2015).

4.5.6 Formação de rachadura

No teste de formação de rachadura, três amostras de cada método foram perfuradas ao meio com palito de madeira e acondicionadas dentro de béqueres de 500 mL, em seguida adicionado 150 mL de água destilada, deixando-as imersas até a metade por um período de 24h (segundo a **Figura 6**). Após esse tempo, as amostras foram retiradas da imersão e suspensas pelas mesmas hastes de madeira durante 30h, ao finalizar este tempo, as amostras seguiram para avaliação e classificação em ausência de rachadura, leves, medias e grandes (Almeida, Silva e Cornélio, 2017).

Figura 6 - Amostras durante teste de rachaduras.



Fonte: autoria própria.

4.5.7 Teste de resistência à água

Para medir a quantidade de água absorvida (resistência à água), uma amostra (barra) de cada método foi pesada, logo após foram imersas totalmente em um béquer contendo 150 mL de água destilada e mantidas por um período de 24h sob temperatura ambiente, em repouso. Em seguida, as amostras foram retiradas dos recipientes e colocadas em repouso novamente em uma superfície com papel toalha, para eliminação do excesso de água absorvida, durante um período de 30 minutos conforme apresenta a **Figura 7**. Após esse período, as amostras foram pesadas novamente e a partir da diferença entre a massa inicial (m_1) e massa final (m_2) calculou-se o teor de água absorvida (Carazza *et al.*, 1995).

Figura 7 - Amostras durante teste de resistência à água.



Fonte: autoria própria.

4.5.8 Perda de massa/amolecimento

Para medir a taxa de desgaste (perda de massa), realizou-se primeiro a pesagem de uma amostra (barra) de cada método, logo após foram imersas em um recipiente contendo 150 mL de água destilada, durante um período de repouso de 24h sob temperatura ambiente. Após este período, as barras foram colocadas sobre uma superfície com papel toalha por 2h e posteriormente com a ajuda de uma espátula, foram retiradas as partes amolecidas até que se verificasse uma área sólida (Tescarollo *et al.*, 2015).

O teste de perda de massa tem caráter qualitativo, e, devido a essa característica, foram estabelecidas faixas para permitir uma avaliação comparativa, conforme a classificação sugerida por Diez e Carvalho (2000) e adaptado por Tescarollo (2015): Faixa I: % Perda de Massa entre 0 – 10; Faixa II: % Perda de Massa entre 10 – 20; Faixa III: % Perda de Massa entre 21 – 30; Faixa IV: % Perda de Massa entre 31 – 40.

4.5.9 Teste de lavagem

O presente estudo tem como objetivo avaliar a eficácia de diferentes sabões, quanto à sua capacidade de remoção de sujeiras. Para o teste, foram utilizadas quatro amostras de tecido branco com as dimensões de 10x10 para cada material, cada uma

foi passada uma quantidade de ketchup e mostarda até atingir um nível considerável de sujeira. Em seguida, os tecidos foram submetidos a duas lavagens com cada tipo de sabão em análise e ficando de molho nos sabões durante um período de 24h, enquanto uma amostra foi lavada exclusivamente com água, atuando como controle. Após o processo de lavagem, os tecidos foram deixados para secagem por um período de 24h. Decorrido esse tempo, realizou-se uma observação visual dos tecidos, a fim de verificar se os métodos empregados apresentaram resultados satisfatórios ou semelhantes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi elaborado em três etapas. Iniciando com a seleção dos três métodos diferentes, Método 1 de Borges e Sousa (2020), Método 2 baseado nas instruções do curso ofertado pela plataforma ESKADA e Método 3 conforme Vogel e Zimmer (2018). Em seguida a produção dos sabões em triplicata, finalizando com as análises de qualidade. Em seguida efetuada as análises de saponificação, análises organolépticas/sensorias, peso médio, formação de espuma, determinação de pH, formação de rachadura, teste de resistência à água, perda de massa por amolecimento e teste de lavagem.

5.1 Análise de saponificação

Em relação ao teste de índice de saponificação, que busca determinar a quantidade de hidróxido de potássio ou de sódio necessário para saponificação dos ésteres presentes no óleo, as amostras apresentaram resultados bem diferentes um dos outros, conforme apresentados na **Tabela 5**. As amostras do Método 1, apresentaram os resultados menos satisfatório de 24,3, seguindo das amostras do Método 3, que obtiveram o resultado de 18,7 e por último as amostras do Método 2, que demonstram os melhores resultados de índice de saponificação. Segundo Oliveira *et al.*, (2021), o índice de saponificação está vinculado ao tamanho das cadeias de ácidos graxos presentes no óleo utilizado na produção do sabão e, em razão disso, pode influenciar diretamente na consistência final do sabão.

Tabela 5 - Índice de saponificação dos sabões.

Métodos	Índice de Saponificação (mg KOH/g ⁻¹)
Método 1	24,3
Método 2	14,02
Método 3	18,7

Fonte: autoria própria.

5.2 Análises organolépticas/sensorias

A partir das análises sensoriais realizadas nas amostras de sabão de cada método (conforme apresentado na **Figura 8**), foi possível observar nos resultados apresentados na **Tabela 6**, que cada amostra apresentou características distintas. A amostra produzida pelo Método 1 demonstrou-se consistente, porém revelou fragilidade ao ser cortada, exibindo um aspecto seco e áspero ao toque. Em

contrapartida, a amostra do Método 2 foi a menos consistente das três, com uma aparência mais flexível e úmida, além de apresentar uma sensação suave ao toque. Por fim, a amostra obtida pelo Método 3, apresentou excelente consistência, sendo a mais firme entre as amostras, além de possuir um toque macio.

Tabela 6 - Resultados ensaios organolépticos.

Amostras	Aspecto	Cor	Odor
Método 1	Consistente e Quebradiço	Levemente Amarelado	Característico do Sabão
Método 2	Consistente	Amarelada turva	Cheiro doce de alecrim
Método 3	Consistente	Amarelada	Característico do Sabão

Fonte: autoria própria.

No que tange à coloração (conforme apresentado na **Figura 8**), todas as amostras de sabão exibiram um tom amarelado, devido à presença do óleo residual de cozinha em sua composição. No entanto, a amostra do Método 1 tornou-se ligeiramente mais clara em virtude do álcool empregado em sua preparação, enquanto a amostra do Método 2 adquiriu uma tonalidade mais escura, em razão da pigmentação proporcionada pelo alecrim utilizado em sua formulação.

Figura 8 - Amostras de sabões de cada método.



Fonte: autoria própria.

Quanto ao odor, as amostras de sabão dos Métodos 1 e 3 não apresentaram cheiro desagradável, emitindo apenas o aroma característico dos sabões. Destaca-se que a amostra de sabão do Método 2, apresentou um perfume mais agradável, devido

ao alecrim adicionado, que além de conferir uma fragrância agradável, atua como um agente conservante, o que deverá proporcionar ao sabão uma durabilidade superior em comparação aos métodos alternativos.

5.3 Peso médio

A **Tabela 7** expõe os resultados da pesagem das amostras em cada método, onde é possível observar variações entre todas elas. No entanto, o sabão com maior peso médio (g) se deu ao Método 2 com 318g, em seguida o Método 1 com 305g e por fim o Método 3 com 239g. O peso em cada amostra pode ser diversificado, pela produção dos sabões serem realizadas por diferentes pessoas. Segundo Pires *et al.*, (2018), os sabões produzidos por apenas uma pessoa mesmo em diferentes lotes, tendem a ser mais padronizados.

Tabela 7 - Resultados obtidos no teste de peso médio.

Amostra/Método	Peso (g)		
	Método 1 (M1)	Método 2 (M2)	Método 3 (M3)
Amostra 1	317 g	333 g	236 g
Amostra 2	304 g	298 g	250 g
Amostra 3	295 g	324 g	231 g
Peso Médio (g)	305,3 g	318,3 g	239 g

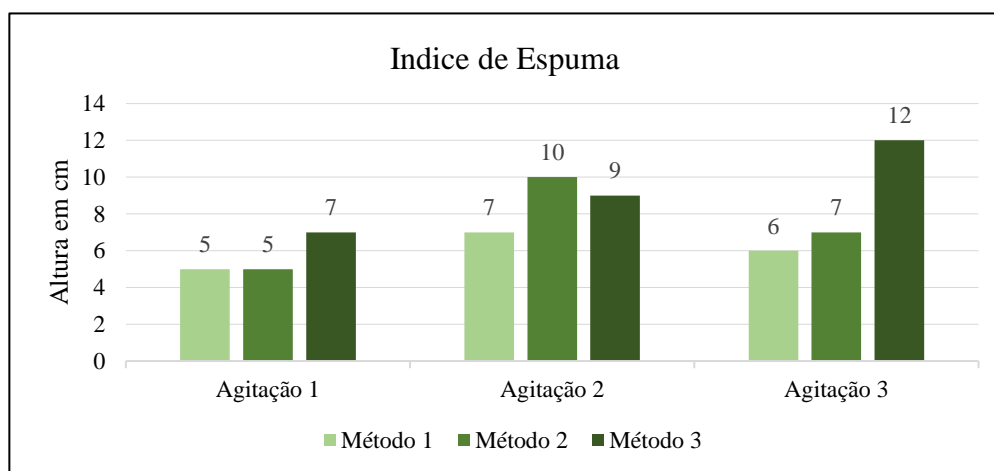
Fonte: autoria própria.

5.4 Formação de espuma

No teste de espuma, os três métodos obtiveram variação em seus respectivos resultados conforme é apresentado no **Gráfico 1**. Durante as três agitações, todos apresentaram espuma, na primeira agitação o Método 1 apresentou altura de 5cm de espuma, já na segunda aumentou para 7cm e na terceira houve redução para 6cm, porém durante os intervalos de cinco minutos realizado entre as agitações, a espuma diminuiu com rapidez. Já o Método 2, o resultado inicial foi de 5cm, no segundo dobrou de altura indo para 10cm e na última reduziu para 7cm e nesse método a espuma obteve maior demora a desfazer-se comparada a primeira. Por fim, o Método 3 obteve maior geração de espuma e maior demora a desestruturar-se, com o primeiro resultando em 5cm, seguindo para 9cm e terminando com 12cm.

Ao observar o **Gráfico 1**, pode-se perceber que entre os três métodos, os métodos 1 e 2 apresentaram variações na altura de espuma e o Método 3 maior concentração de espuma e maior consistência. Segundo Romero *et al.*, (2022), a quantidade de espuma produzida por sabão não estar propriamente ligada ao poder de limpeza, mas esse critério é utilizado pelos consumidores, no qual fazem essa associação. Assim também outros autores, como Scaramussa *et al.*, (2024), cita que a espuma pode entrar como estética ao sabão para o consumidor, sendo que este fator pode não ter tanta influência na retirada de sujeira.

Gráfico 1 - Resultado obtido no teste de índice de espuma.

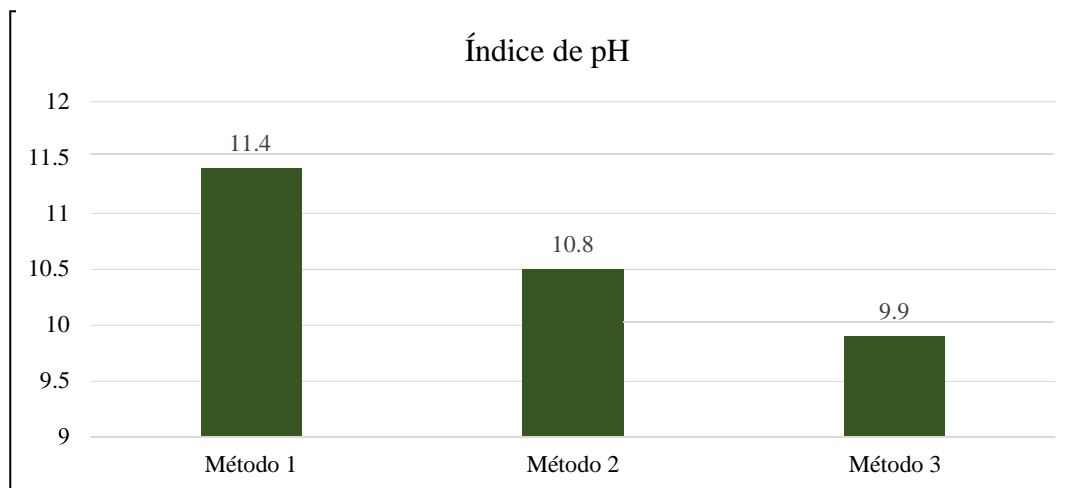


Fonte: autoria própria.

5.5 Determinação de pH

Os resultados obtidos para o pH foram distintos em cada método, ao observar o **Gráfico 2**, pode-se perceber que no Método 1 o pH foi de 11,4, no Método 2 o pH de 10,8 e no Método 3 com o pH de 9,9. Sendo assim, o Método 1 é o mais alcalino entre eles, quase excedendo o limite máximo estabelecido pela ANVISA de 11,5, na sua resolução de nº 13, de 28 de fevereiro de 2007. No entanto, os três métodos estão dentro dos parâmetros estabelecidos para sabão utilizado em limpeza. De acordo com Souza-Ferrari *et al.*, (2022), a redução de pH está diretamente associada a quantidade de hidróxido de sódio (NaOH) utilizada na produção, quanto menor a quantidade de NaOH, menor será o valor do pH nos sabões.

Gráfico 2 - Resultados obtidos no teste de pH.

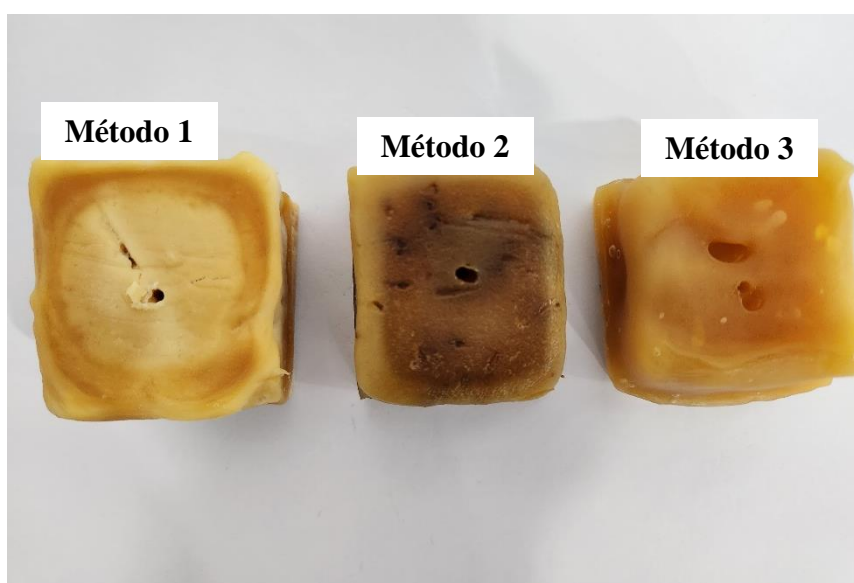


Fonte: autoria própria.

5.6 Formação de rachadura

Neste teste de rachadura, pode-se observar o resultado na **Figura 9**, onde o Método 1 apresentou a classificação leve (fina rachadura) e os Método 2 e 3, ausência de rachaduras. Segundo Yamaguchi e Sousa (2021), a não presença de rachadura no sabão, se dá a sua resistência ao ressecamento, quando exposto a umidade e a luz. Além disso, Almeida *et al.*, (2023) e Almeida (2024), afirmam que as rachaduras não têm influência sobre a eficácia do produto, a parte negativa é vista pelos consumidores, pois quanto mais seco o sabão, mais ele será quebradiço, dificultando corte. Sendo assim, esse parâmetro de qualidade do sabão, por ser quebradiço não é um bom fator e o seu uso se torna menos requisitado e com maior desperdício.

Figura 9 - Resultado do teste de rachadura.



Fonte: autoria própria.

5.7 Teste de resistência à água e perda de massa por amolecimento

Com relação aos testes de resistência à água, cujos resultados foram calculados e estão apresentados na **Tabela 8** observa-se que a amostra de sabão produzida pelo Método 1, apresentou uma quantidade significativa de água, correspondendo a cerca de 39,6% do líquido em que estava submersa. Em contraste, as amostras dos Métodos 2 e 3 apresentaram uma absorção consideravelmente menor, com ambas absorvendo aproximadamente 5,4%.

Tabela 8 - Teste de resistência à água e perda de massa por amolecimento.

Amostras	Peso inicial	Peso da massa úmida	Peso da massa final	Água absorvida	Perda de massa	Classificação
Método 1	54,1g	75,5g	38,1g	39,6%	29,5%	III
Método 2	54,4g	57,3g	26,6g	5,4%	51,1%	IV
Método 3	54,2g	57,1g	31,4g	5,4%	41,9%	IV

Fonte: autoria própria.

Os resultados do teste de perda de massa também apresentado na **Tabela 6**, mostraram-se contraditórios. Embora a amostra de sabão produzida pelo Método 1 tenha absorvido mais água, foi a que apresentou menor perda de massa por amolecimento, registrando apenas 29,5%. Isso indica que a amostra deste método possui uma estrutura mais sólida e resistente ao calor. Em contraste, a amostra do Método 3 apresentou uma perda de massa de 41,9%, seguida pela amostra do Método 2, que teve a maior perda de massa por amolecimento entre as amostras analisadas, de 51,1%. Esses valores evidenciam que as amostras de sabão dos Métodos 2 e 3 apresentam menor estabilidade estrutural, o que representa uma desvantagem, pois o sabão tende a se tornar pegajoso e amolecer com mais facilidade, podendo até mesmo derreter quando exposto a temperaturas mais elevadas.

Outro ponto observado, está na quantidade água absorvida por ambas as amostras de sabão, o que demonstra que os sabões absorveram uma grande quantidade água se tornando um material gelatinoso, sendo necessário dessa forma que o seu acondicionamento seja feito em um lugar seco, longe de umidades para a sua maior duração. Em geral, a maior formação desse complexo gelatinoso está associada à tendência de desgaste do sabonete (Diez; Carvalho, 2000; Almeida *et al.*, 2017).

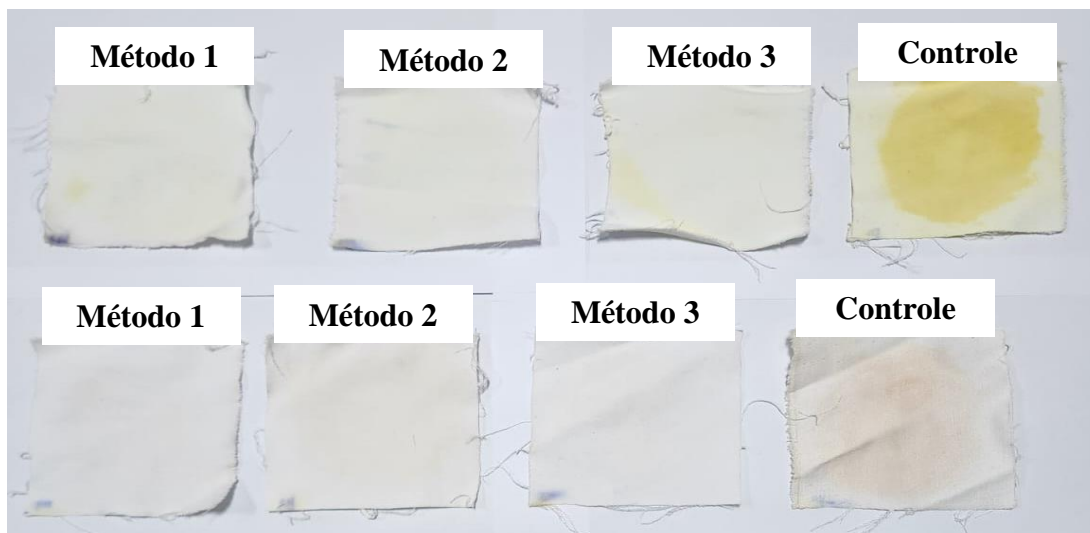
5.8 Teste de lavagem

Os resultados obtidos em relação à eficácia do poder de limpeza dos sabões, foram considerados satisfatórios em todos os métodos avaliados (conforme ilustrado na **Figura 10**). Entretanto, algumas diferenças significativas foram observadas entre eles, destacando a superioridade de certos métodos sobre outros.

Entre os tecidos com manchas de ketchup, o lavado com o sabão do Método 2 apresentou o menor nível de recuperação da cor original, sendo possível identificar manchas residuais de ketchup. Em seguida, o Método 1 demonstrou uma performance intermediária, com variações sutis na tonalidade original do tecido, mas sem a presença de manchas marcantes. Por fim, o Método 3 revelou-se o mais eficiente, conseguindo restaurar completamente a aparência original do tecido, eliminando quase todos os vestígios de sujeira ou manchas.

Em relação aos tecidos manchados com mostarda, o sabão do Método 2 demonstrou a maior eficiência na remoção da mancha, não deixando vestígios de qualquer resíduo. Em seguida, o sabão do Método 1 apresentou um desempenho moderado, com certo nível de manchas ainda perceptíveis após a lavagem. Por fim, o Método 3 revelou a menor eficácia, apresentando manchas de mostarda visivelmente mais intensas em comparação aos demais métodos.

Figura 10 - Teste de lavagem das manchas dos tecidos.



Fonte: autoria própria.

CONCLUSÃO

O óleo residual de fritura é considerado um resíduo perigoso, com grande potencial de poluição ao meio ambiente, ao ser descartado de forma incorreta. Quando descartado no solo, forma uma camada impermeável, dificultando o escoamento e infiltração das águas pluviais. Enquanto em rios e mares, esse resíduo pode levar à morte de animais e plantas aquáticas, resultando, conseqüentemente em um desequilíbrio ecológico. No entanto, trata-se de um resíduo com grande potencial de reutilização, sendo a produção de sabão artesanal a partir do óleo residual de fritura uma dessas alternativas, uma solução simples e de baixo custo.

Por meio das análises realizadas, foi possível identificar entre os três métodos escolhidos, aquele que apresentou melhor qualidade. Nesse contexto, destaca-se o Método 3, que se sobressaiu nas análises de formação de espuma, determinação de pH, e no teste de lavagem do tecido com mancha de ketchup, além de ter apresentado bons resultados nos testes organolépticos, formação de rachaduras e de resistência a água. Em seguida, o Método 2, que apresentou melhor resultado na análise de saponificação, sendo satisfatório em determinação de pH, formação de rachadura e no teste de lavagem do tecido com mancha de mostarda. Por último, o Método 1, obtendo o melhor resultado na análise de perda de massa.

Conclui-se que os três métodos de produção de sabão são alternativas viáveis, por demonstrarem desempenho positivo. Contudo, o Método 3 se destacou e apresentou bons resultados em diversas análises, com a sua composição simples, utilizando apenas três reagentes — soda cáustica (NaOH), óleo residual de fritura e água —, o que confere relevância ao processo no que diz respeito à sustentabilidade, economia e rentabilidade.

REFERÊNCIAS

ABIOVE. **Estatísticas**. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 11 de outubro de 2024.

ADAMSON, Arthur W.; GAST, Alice P. **Physical Chemistry of Surfaces**. 6ª ed., New York, Wiley-Interscience, 1997.

ALMEIDA, E.C.C; SILVA, C. G.; CORNÉLIO, M. L. Estudo da estabilidade físico-química do sabonete contendo extrato de algaroba. *In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2., 2017. Campina Grande, PB. Anais [...] Campina Grande: CONIDIS, 2017.*

ALMEIDA, Elaine Cristina Castro; SILVA, Clóvis Goveia da; CORNÉLIO, Melânia Lopes. Estudo da Estabilidade Físico Química do Sabonete Contendo Extrato de Algaroba. *In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2., 2017, Campina Grande-PB. Anais [...] Campina Grande-PB, 2017.*

ALMEIDA, Lilian Gissela Guillen. **Produção de sabão a partir de óleo vegetal de cozinha, com propriedades fitoterápicas e análise qualitativa dos produtos obtidos**, 2024, Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Latino-Americano de Ciências de Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2024.

ALMEIDA, Marcos Vinícius Souza de *et al.* **Comparação e estudo do controle de qualidade do sabão/sabonete à base de óleo de coco, palma, oliva e do sabonete industrial**, 2023. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) - Escola Técnica Estadual ETEC Irmã Agostina (Jardim Satélite - São Paulo), São Paulo, 2023.

ALVES, Lucas Repecka. **Preparação, caracterização e aplicação de tinta bicomponente de poliuretano à base de óleo de mamona**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, p. 120. 2024.

ANDRADE, J. N.; MACEDO, J. A. B. **Higienização na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 182 p.

APROBIO. **Brasil recicla 30 milhões de litros de óleo de cozinha na produção de**

biodiesel. 2017. Disponível em: <http://aprobio.com.br/2017/01/10/brasil-recicla-30-milhoes-delitros-de-oleo-de-cozinha-na-producao-de-biodiesel/>. Acesso em: 15 maio de 2024.

AZME, Siti Nurdiyana Kamarul *et al.* Recycling waste cooking oil into soap: Knowledge transfer through community service learning. **Cleaner Waste Systems**, v. 4, p. 1-7, 2023.

BARRIOS, Sara B. *et al.* Preparação de sabão com propriedades fitoterápicas e emolientes a partir do óleo vegetal de cozinha. **I SIEPE**, p. 274-278, 2018.

BERTÊ, M.; Fantinel, L.; Fernandes, L. S. Reaproveitamento de óleo de fritura para fabricação de sabão. **Disciplinarum Scientia**, v. 15, n. 2, p. 191-200, 2014.

BEZERRA DE OLIVEIRA, J. A. *et al.* Óleo residual de frituras: Uma abordagem interdisciplinar na perspectiva da educação ambiental na educação básica. **Rev. ea**, v. 10, n. 76, 2021.

BORGES, Fernanda Nascimento; SOUSA, Mikaela Miranda. **Utilização do óleo de fritura usado para a produção de sabão artesanal**. 2020. Monografia (Tecnólogo em Gestão Ambiental) - Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Açailândia, 2020.

BRANCO, Isadora Guilherme; BOLDARINI, Maria T. Bettin; LIMA, Lisandra Ferreira. Energia alternativa: Geração de biodiesel a partir de óleos residuais. **Revista Tópos**, v.7, n. 1, p. 11-20, 2013.

BRASIL (2004) Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. Brasília: ANVISA, 52p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada- RDC N°481, de 15 de março de 2021. Dispõe sobre requisitos sanitários para óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da União**, Brasília- DF, março de 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política

Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República, [2010].

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 22 maio. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

CASTILHO, G. K, FELISBINO, S. S, RODRIGUES, N. M. Estudo sobre os tipos de extração para óleos essenciais e óleos vegetais. **Revista Científica Multidisciplinar O Saber**. São Paulo, v. 10, p. 01-08, out. 2021.

COELHO, Felipe de Luca Lima *et al.* Produção de biodiesel de óleo de fritura residual em um módulo didático de biodiesel. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 6, n.5, p. 28844- 28851, maio. 2020.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). 2011. **Reciclagem de óleo de cozinha**. Disponível em: https://www.sabesp.com.br/sustentabilidade/documentos-relatorios/relatorios_sustentabilidade. Acesso em: 14 setembro de 2024.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da safra brasileira: grãos**, décimo levantamento, julho 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 22 de julho de 2024.

CORAZZA, Sonia.; BARRETO, D.W.; GOUVÊA, M. C.; BARRETO, R.C.R. Algas marinhas em sabonetes. **Revista Cosmetics & Toiletries**, v. 19, p. 56-60, 1995.

DIEZ, M. A; CARVALHO, G.S.C. (2000). Aditivos para sabonetes em barra. **Oxiteno S/A Indústria e Comércio**. São Paulo – SP.

DA COSTA, D. A.; LOPES, G. R.; LOPES, J. R. Reutilização do óleo de Fritura como uma alternativa de amenizar a poluição do solo. **Revista Monografias Ambientais - REMOA. Revista do Centro das Ciências Naturais e Exatas - UFSM**, Santa Maria. v. 14, p. 243-253, 2015.

DALEFE, Monique *et al.* Logística reversa: estudo de caso na organização Mcdonald`s. *In: Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza*, 6., 2011, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo-SP, 2011.

ECÓLEO (Associação Brasileira Para Sensibilização, Coleta, Reaproveitamento e Reciclagem de Resíduos de Óleo Comestível). **Reciclagem do óleo.**

Disponível em: <http://ecoleo.org.br/projetos/6766-2/>. Acesso em: 11 de janeiro de 2024.

ESKADA. **Alternativas Sustentáveis para Gestão Ambiental.** 2023.

Disponível em: <https://eskadauema.com/mod/resource/view.php?id=3875>.

Acesso em 07 de Janeiro 2024.

FARDINI, J. Téimon; SERVANT, J.; SELLAM, J. New test method for the evaluation of the preservation efficacy of soaps at very alkaline pH made by saponification. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 39, p. 476-485, 2017.

FARUK, Mohammed Umar *et al.* Comparative studies of the curing and hardening process of soaps produced from locally processed saturated and unsaturated fatty acids. **Algerian Journal of Engineering and Technology**, v. 05, p. 1–8, 2021.

FIATKOSKI, M. V.; SANTANA DA SILVA, J. O.; MACENO, C. M. M. Proposta desistema de logística reversa de óleo de cozinha residual em centro urbano: estudo de caso em um bairro no município de Curitiba – PR. *In: Congresso de Brasileiro de Engenharia de Produção*, 10. 2020. Curitiba. **Anais [...]** Curitiba-PR, 2020.

FRANÇA, L. Óleo de cozinha: 50 mL poluem 25 mil litros d'água. **Tribuna Independente**, 2019. Disponível em: <https://tribunahoje.com/noticias/cidades/2019/06/01/72977-oleo-de-cozinha-50-ml-poluem-25-mil-litros-dagua>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.

GHATE, Sumit Mahadev; TAMBE, Sumit Haribhau; AWSARMOL, Sachin Suresh. A Review on Nanoemulsions Explained: Techniques, Benefits, And Applications. **Anveshana's International Journal of Research in Pharmacy and Life Sciences**, v. 9, n. 4, p. 383-395, 2024.

- GÓMEZA, Carla Pasa; MACHADO, Ana Paula Correia. Do uso do óleo de cozinha ao sabão: o papel das partes interessadas para implementar um programa de logística reversa. **Revista Brasileira de Gestão de Operações e Produção**, Recife, v. 12, n. 1, p. 66-72, 2015.
- Hartini, Sri *et al.* Optimal Treatment Combination for Dishwashing Liquid Soap based on Waste Cooking Oil According to The Requirement of Indonesian Quality Standards. **Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy**, v. 08, n 02, p. 492-498, 2021.
- HASHMI, Rashid. Business performance through government policies, green purchasing, and reverse logistics. **South Asian Journal of Operations and Logistics**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2022.
- IUPAC, Compendium of Chemical Terminology - **Gold Book**, 2014. Disponível em: <http://goldbook.iupac.org/>. Acesso em: 03 de outubro de 2024.
- Khaled, B. M. *et al.* Estudo sobre a Purificação e Reutilização do Óleo de Cozinha Queimado e Avaliação de Seus Parâmetros Físico-Químicos e de Segurança. **Jornal Asiático de Ciência dos Alimentos**, v. 22, p. 19-27, 2023.
- LAGE, Carla Sofia Arantes. **Ensaio de controlo de qualidade em sabões e sabonetes**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Minho (Escola de Ciências), Guimarães – PT, 2015.
- LIRA, Gilso Blanco *et al.* Processos de extração e usos industriais de óleos de andirobae açáí: uma revisão. **Revista Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 1-15, 2021.
- LUCCHETTI, Maria T. *et al.* The Role of Environmental Evaluation within Circular Economy: An Application of Life Cycle Assessment (LCA) Method in the Detergents Sector. **Science**, v. 23, n. 2, p. 238-257, 2019.
- MACEDO, L. G. M. D.; SILVA, U. R. D. L.; SOARES, A. A.; MELO, D. C. D. M. Produção de sabão ecológico a partir de óleo reciclado. **EXPOTEC**, 2017.

- MASIERO, Jessica Fagionato *et al.* Óleos vegetais em preparações farmacêuticas ecosméticas de nanocarreadores à base de lipídios. **Revista Culturas e Produtos Industriais**, v. 170, p. 13- 38, 2021.
- MIGUEL, Antonio Carlos; FRANCO, Débora M. Bueno. Logística Reversa do óleo de cozinha usado. **Revista Científica FAESP**, v. 16, n. 9, p. 03-11, 2014.
- NAKAGAMI, Izabella Ayume; PINTO, Liliane Pereira. Beleza sustentável: ativos naturais na formulação de cosméticos orgânicos. **Rev. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 2, p.1-15, 2019.
- NORONHA, Patricia Maia. Transformando resíduos em sabão. **Nature**, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-022-01817-6>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2024.
- NOVAES, Patrícia Calixto; MACHADO, Alexandre M. Batista; LACERDA, FábioVieira. Consumo e Descarte do Óleo Comestível em um Município do sul de Minas Gerais. **Revista Ciências em Saúde**, v. 4, n. 3, p. 33-40, 2014.
- ÓLEO USADO NO MCDONALD'S VIRA BIODIESEL E PRODUTOS DE LIMPEZA. **Aprobio**, 2017. Disponível em: <https://aprobio.com.br/noticia/oleo-usado-no-mcdonalds-vira-biodiesel-e-produtos-de-limpeza>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2024.
- OLIVEIRA, Jairo Pinto. **Estudo da geração de biodiesel a partir de resíduos oleosos do saneamento ambiental**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.
- OLIVEIRA, Wenya Aparecida Fernandes *et al.*,. Elaboração e Análises Físico-Químicas de Sabão Produzido com Óleo Residual de Fritura. **Boletim Técnico IFTM**, Uberaba-MG, v. 7, p. 35-42, 2021.
- PIRES, João Guilherme Silva; ALVES, Josinete Salvador. Preparação e avaliação da estabilidade de sabonete caseiro à base de coco. *In*: Encontro de Iniciação Científica do Centro Universitário Barão de Mauá, 12., 2018, Ribeirão Preto. **Anais [...]** Ribeirão Preto: Centro Universitário Barão de Mauá, 2018. v. 4. p. 4.

PITTA JUNIOR, O. S. R. *et al.* Reciclagem do óleo de cozinha usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo. **2ns International Workshop – Advences in Cleaner Production**, 2009. São Paulo, Brasil. 1-21.

RABELO, R. A.; FERREIRA, O. M. 2008. Coleta seletiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial. **Universidade Católica de Goiás**, p. 1-21.

REIS, Yasmin Louvain dos. **Caracterização de óleos vegetais com potencial uso cosmético**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Farmacêuticas, Bacharel em Farmácia. Macaé, pag. 68, 2022.

RICHNAK, Patrik; GUBOVA, Klaudia. Green and Reverse Logistics in Conditions of Sustainable Development in Enterprises in Slovakia. **Sustainability**, v. 13, p. 1-23, 2021.

ROMERO, Adriano Lopes *et al.* Educação Ambiental e sustentabilidade por meio da produção de sabão: relatos de diferentes experiências extensionistas. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, p. 144-158, 2022.

RUSDIANTO, Andrem Setiawan *et al.* The Characteristics of Liquid Soap with Additional Variations of Moringa Seed Extract (*Moringa oleifera* L.). **International Journal on Food, Agriculture, and Natural Resources**, v. 02, n. 03, p. 5-11, 2021.

SCARAMUSSA, Eduarda Rubira; ABREU, João Pedro Carlette Pinheiro; RIBEIRO, Lucas Carvalho. **Padronização de métodos para fabricação de sabão artesanal a partir de resíduo de óleo vegetal usado em frituras**. 2024. 51 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Química Industrial) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Aracruz, 2024.

SHREVE, R. Norris; BRINK-JUNIOR, Joseph A. **Indústrias de processos químicos**. 1.ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Dois S.A.**, 1980.

SILVA, Erickson Fabiano Moura Sousa. **Desenvolvimento de lubrificantes verdes: adição de nanopartículas a óleos vegetais e estudo dos desempenhos**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha

Solteira. Área de conhecimento: Mecânica dos Sólidos. Ilha Solteira, pag. 153, 2023.

SOUZA-FERRARI, Jailton de *et al.* Produção artesanal de sabões, tintas e velas ecológicas a partir de óleo residual de fritura como estratégia de educação ambiental. **Revista Extensão em Foco**, Palotina, n. 27, p. 311-330, ago./dez., 2022.

TESCAROLLO, I. L. *et al.* Proposta para avaliação da qualidade de sabão ecológico produzido a partir do óleo vegetal residual. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 871-880, 2015.

THODE FILHO S. *et al.* Tecnologia ambiental aplicada ao gerenciamento e processamento do óleo vegetal residual no estado do Rio de Janeiro. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 15, n. 15, p. 3026-3035, 2013.

VOGEL, Natália; ZIMMER, Cíntia Gabriely. Sabão Ecológico: desenvolvimento de uma metodologia simples para ser replicada. **Revista Viver IFRS**, v. 6, n. 6, p. 32-38, 2018.

WILDNER, Loreni Beatriz Arnold, HILLING, Clayton. Reciclagem de óleo comestível e fabricação de sabão como instrumentos de educação ambiental. **Educação e Tecnologia Ambiental**, Rio Grande do Sul, v. 5, n. 5, p. 813-824, 2012.

YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima; SOUZA, Erica da Silva. Uso de Pequiá (*Carvocar villosum*) como fonte de produtos biotecnológicos. **Revista Ens. Saúde Biot. Am.**, v.3, n.1, p. 01-03, 2021.

ZAHARAN, Hamdy A. From Fat to Foam: The Fascinating World of Soap Chemistry and Technology. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 67, n. 6, p. 9-17, 2024.

ZAYED, Leila *et al.* Utilizing Used Cooking Oil and Organic Waste: A Sustainable Approach to Soap Production. **Processes**, v. 12, p. 1279-1292, 2024.

ZUCATTO, Luís Carlos; WELLE, Iara; SILVA, Tania Nunes. Cadeia Reversa do

Óleode Cozinha: Coordenação, Estrutura e Aspectos Relacionados. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 1-12, 2013.



Universidade Estadual
da Região Tocantina
do Maranhão

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO
MARANHÃO- UEMASUL
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS, TECNOLÓGICAS E LETRAS-
CCHSTL - CAMPUS AÇAILÂNDIA
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**JOSÉ DANIEL MACHADO DA SILVA
LAURA FÁBIA GEREMIAS DOS SANTOS**

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: produção de sabão artesanal a partir do óleo residual
de fritura.

Açailândia
2024

**JOSÉ DANIEL MACHADO DA SILVA
LAURA FÁBIA GEREMIAS DOS SANTOS**

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: produção de sabão artesanal a partir do óleo residual de fritura.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão/Campus Açailândia como requisito para obtenção do grau de Tecnólogo(a) em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^ª Dra. Regiane Késsias de Sousa Lira

Açailândia
2024

S586a

Silva, José Daniel Machado da

Alternativa sustentável: produção de sabão artesanal a partir do óleo residual de fritura / José Daniel Machado da Silva; Laura Fábila Geremias dos Santos. –
Açailândia: UEMASUL, 2024.

53 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Tecnólogo em Gestão Ambiental) –
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL,
Açailândia, MA, 2024.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Regiane Késsias de Sousa Lira.

1. Óleo vegetal. 2. Logística reversa. 3. Sustentabilidade. I. Título.

CDU 504:542

**JOSÉ DANIEL MACHADO DA SILVA
LAURA FÁBIA GEREMIAS DOS SANTOS**

ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: produção de sabão artesanal a partir do óleo residual de fritura.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão/Campus Açailândia como requisito para obtenção do grau de Tecnólogo(a) em Gestão Ambiental.

Aprovado em: 20/01/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Regiane Késsias de Sousa Lira (Orientadora)

Doutorado em Processos Químicos e Bioquímicos
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Prof^ª. Me. Kele Sousa Pires Andrade

Mestrado em Biodiversidade e Conservação
Pesquisadora da Universidade Estadual da Região Tocantina
do Maranhão

Prof^ª. Me. Jheimison Ferreira Gomes

Mestrado em Ciências dos Materiais
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Dedicamos este trabalho a Deus, o Criador do universo, que tem nosso coração e nossa vida.

“Porque sem mim nada podeis fazer.” João 15:5

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, o centro das nossas vidas, por sua bondade e misericórdia, por estar conosco em todos os momentos, nos dando força, entendimento e graça para a conclusão deste trabalho e curso. A nossa orientadora, Dra. Regiane Késsias de Sousa Lira, uma mulher inteligente, forte e que esteve presente em todo o processo. Aos nossos familiares, especialmente aos nossos pais, que, sob o intenso sol, nos trouxeram até aqui, à sombra. Aos nossos amigos, que tornaram essa jornada mais leve, alegre e edificante. A todos os professores de TGA, que nos transmitiram seus conhecimentos para que pudéssemos aprender e nos desenvolver de forma excelente. Assim, a todos que nos ajudaram de forma direta e indireta, que Cristo, em sua imensa bondade e amor, os abençoe.

“Nem as leis, nem as taxas, obrigam os cidadãos a respeitarem o meio ambiente se esse respeito espontâneo não lhes for inculcado pela educação.”

Jacques Vernier

*“Mas quem suportará o dia da sua vinda? E quem permanecerá quando ele se manifestar? Porque ele é como o fogo do ourives, e como o **sabão** dos lavadeiros.”*

Malaquias 3:2

RESUMO

Atualmente, o óleo residual proveniente de atividades de fritura representa uma das principais formas de resíduos gerados em áreas urbanas e estabelecimentos comerciais, sendo comumente denominado óleo residual de fritura (ORF). Um dos problemas recorrentes é o descarte inadequado desse resíduo, como o despejo em corpos hídricos, que prejudica significativamente as atividades biológicas nesses ambientes, levando à morte de animais e plantas aquáticas. A logística reversa possibilita uma alternativa de gerenciamento adequado para o retorno dos óleos residuais aos ciclos produtivos, sendo aplicada de forma eficaz no pós-consumo e tornando-se um excelente instrumento para o desenvolvimento sustentável. Com esse objetivo, este trabalho buscou produzir sabão artesanal por diferentes métodos, a fim de avaliar e identificar qual deles apresenta maior qualidade e eficiência. As avaliações dos sabões foram realizadas com base em análises de qualidade aplicadas por outros autores, como índice de saponificação, índice de espuma, perda de massa, entre outros. Com base nas análises realizadas concluiu-se que os três métodos de produção de sabão são alternativas viáveis, por demonstrarem desempenho positivo. Contudo, o Método 3 se destacou e apresentou bons resultados em muitas análises, com a sua composição simples, utilizando apenas três reagentes — soda cáustica (NaOH), óleo residual de fritura e água —, trazendo relevância para a sustentabilidade, economia e rentabilidade.

Palavras-chave: óleo vegetal; logística reversa; sustentabilidade.

ABSTRACT

Currently, waste oil from frying activities represents one of the main forms of waste generated in urban areas and commercial establishments, and is commonly referred to as waste frying oil (RFO). One of the recurring problems is the inadequate disposal of this waste, such as dumping it in water bodies, which significantly harms biological activities in these environments, leading to the death of aquatic animals and plants. Reverse logistics provides an alternative for adequate management for the return of waste oils to production cycles, being effectively applied in post-consumption and becoming an excellent instrument for sustainable development. With this objective, this study sought to produce artisanal soap using different methods, in order to evaluate and identify which one presents the highest quality and efficiency. The soaps were evaluated based on quality analyses applied by other authors, such as saponification index, foam index, mass loss, among others. Based on the analyses performed, it was concluded that the three methods of soap production are viable alternatives, as they demonstrate positive performance. However, Method 3 stood out and presented good results in many analyses, with its simple composition, using only three reagents — caustic soda (NaOH), residual frying oil and water —, bringing relevance to sustainability, economy and profitability.

Keywords: vegetable oil; reverse logistics; sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapa 1 de produção do óleo vegetal.	16
Figura 2 - Etapa 2 de produção do óleo vegetal.	16
Figura 3 - Mapa mental das principais aplicações do óleo vegetal.	17
Figura 4 - Estrutura do sabão.	23
Figura 5 - Determinação do índice de espuma.	32
Quadro 1 - Instrumentos utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas utilidades.....	32
Quadro 2 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções... ..	28
Quadro 3 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções... ..	28
Quadro 4 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções... ..	29
Figura 6 - Amostras durante teste de rachaduras.....	33
Figura 7 - Amostras durante teste de resistência à água.....	34
Figura 8 Amostras de sabões do cada método	36
Gráfico 1 Resultado obtido no teste de índice de espuma.	38
Gráfico 2 Resultados obtidos no teste de pH.....	39
Figura 9 - Resultado do teste de rachadura	40
Figura 10 - Teste de lavagem das machas dos tecidos	42

TABELAS

Tabela 1 - Instrumentos utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas utilidades.....	26
Tabela 2 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.	28
Tabela 3 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.	28
Tabela 4 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.	29
Tabela 5 - Índice de saponificação dos sabões.....	38
Tabela 6 - Resultados ensaios organolépticos	36
Tabela 7 - Resultados obtidos no teste de peso médio	37
Tabela 8 - Teste de resistência à água e perda de massa por amolecimento	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 ÓLEO VEGETAL	15
2.2 APLICAÇÃO DO ÓLEO	16
2.2.1 Cosméticos	17
2.2.2 Produtos farmacêuticos	18
2.2.3 Tintas	18
2.2.4 Lubrificantes	18
2.2.5 Biocombustíveis	19
2.2.6 Produtos alimentícios	19
2.3 O ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA (ORF)	19
2.3.1 Impactos do descarte inadequado do ORF	20
2.4 A LOGÍSTICA REVERSA NA RECICLAGEM DO ORF	21
2.4.1 Produção de sabão Artesanal	22
2.5 A QUÍMICA DOS SABÕES	23
3. OBJETIVOS	25
3.1 Objetivo geral	25
3.2 Objetivos Específicos	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 Área de estudo	26
4.2 Tipo de pesquisa	26
4.3 Coleta do óleo de fritura para realização da produção dos sabões.	26
4.4 Materiais Utilizados	26
4.5 Análises de Qualidade	30
4.5.1 Análise de saponificação	30
4.5.2 Análises organolépticas/sensoriais	30
4.5.3 Peso médio	31
4.5.4 Formação de espuma	31
4.5.5 Determinação do pH	32
4.5.6 Formação de rachadura	32
4.5.7 Teste de resistência à água	33
4.5.8 Perda de massa/amolecimento	34
4.5.9 Teste de lavagem	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36

5.1	Análise de saponificação	36
5.2	Análises organolépticas/sensorias	36
5.3	Peso médio	38
5.4	Formação de espuma	38
5.5	Determinação de pH	39
5.6	Formação de rachadura	40
5.7	Teste de resistência à água e perda de massa por amolecimento	41
5.8	Teste de lavagem	42
	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o óleo residual proveniente de atividades de fritura representa uma das principais formas de resíduos gerados em áreas urbanas, principalmente em estabelecimentos comerciais, sendo comumente denominado como óleo residual de fritura (ORF). Após seu uso, esse produto se transforma em um resíduo altamente prejudicial ao meio ambiente quando descartado de maneira inadequada por ser um resíduo de difícil degradabilidade e alto poder de contaminação (Lucchetti *et al.*, 2019).

O despejo de ORF em corpos hídricos prejudica significativamente as atividades biológicas nesse ambiente, levando à morte de animais e plantas aquáticas. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na sua resolução N° 357 certifica-se que o máximo de descarte permitido por litro em um corpo de água para óleo vegetal é de 50 mg, sendo que apenas 0,05 de óleo de cozinha são suficientes para poluir 25 mil litros de água (BRASIL, 2005). Enquanto o despejo inadequado do óleo no solo, acaba acarretando na criação de uma camada impermeável que impede a infiltração adequada das águas pluviais, contribuindo para o surgimento de enchentes como resultado desse bloqueio na sua absorção natural (França, 2019).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (ABIOVE), o consumo de óleo vegetal comestível foi de 4,7 bilhões de litros no ano de 2019. Por ser um excelente subproduto, o óleo de cozinha pós-consumo pode receber uma destinação mais nobre por meio do reaproveitamento e da reciclagem, de maneira a produzir bens de valor, gerar renda e minimizar os impactos adversos ao meio ambiente.

Conforme Fiatkoski *et al.*, (2020), o óleo de cozinha está entre os resíduos orgânicos cujo volume vem aumentando em escala surpreendente. Esses resíduos têm como principais fontes a indústria, residências, restaurantes, lanchonetes, entre outros. De acordo com dados obtidos no ano de 2020 pela Associação Brasileira para Sensibilização, Coleta, Reaproveitamento e Reciclagem de Resíduos de Óleo Comestível (ECÓLEO), dos 8,791 milhões de toneladas de óleo de soja produzidas no Brasil em 2019, apenas 1% do óleo usado foi coletado (Ecóleo, 2019).

Recentemente, muitas empresas têm adotado a logística reversa como uma alternativa eficaz para mitigar os impactos negativos gerados por seus processos ou produtos. Essa abordagem envolve a reutilização de produtos ou resíduos após o término de seu ciclo de vida útil. Segundo Fiatkoski *et al.*, (2020), a logística reversa possibilita uma alternativa de gerenciamento adequado para o retorno dos óleos

residuais aos ciclos produtivos, sendo aplicada de modo eficaz no pós-consumo e se tornando um excelente instrumento para o desenvolvimento sustentável.

Cita-se, por exemplo, o caso da empresa Mc Donald's, que reutiliza todo o seu óleo de fritura, após o preparo de seus produtos, para a produção de biodiesel e produtos de limpeza. Posteriormente, o biodiesel é utilizado pela própria empresa como combustível para seus caminhões de entrega (Dalefe *et al.*, 2011). Outro exemplo da reutilização do óleo residual de fritura (ORF) ocorre em uma comunidade da cidade de Belo Horizonte-MG. Um projeto realizado na comunidade tem transformado esse resíduo gerado pelos moradores em sabonetes aromáticos, utilizados posteriormente para lavagem e desinfecção pela própria comunidade, desde novembro de 2020 (Noronha, 2022).

Portanto, a fabricação de sabão artesanal é um dos exemplos da prática de logística reversa, ao reutilizar óleo de fritura em seu processo, oferecendo uma abordagem sustentável para a reutilização e destino final desse resíduo. Esse óleo residual, geralmente, é descartado na pia, no sistema de drenagem e, posteriormente na rede de esgoto. Assim, a abundância desse resíduo pode ser transformada em algo benéfico (Azme *et al.*, 2023).

1.1 Justificativa

De acordo com Bezerra e colaboradores (2021), a cada mês, uma quantidade superior a 200 milhões de litros de óleo residual proveniente de frituras acaba nos corpos d'água, resultando em sérios danos ao meio ambiente. Os mesmos pesquisadores destacam que, atualmente, o óleo de cozinha usado é uma das principais fontes de poluição de água doce e salgada nas áreas mais densamente habitadas do Brasil. Embora esse resíduo represente uma parcela pequena do lixo descartado, os impactos decorrentes são significativos.

Desse modo, pode-se obter uma matéria-prima proveniente do óleo residual de alimentos fritos para produção de diversos produtos, como, por exemplo, sabão, biodiesel, tintas, resina, entre vários outros (Da Costa *et al.*, 2015). O óleo residual de frituras, caso seja descartado de forma adequada, pode gerar renda e empregos, estabelecendo uma motivação para os cidadãos realizarem a coleta. Além disso, as indústrias que trabalham com esses resíduos conseguem conquistar mão de obra qualificada (Miguel *et al.*, 2014).

A produção de sabão utilizando óleo de cozinha usado é economicamente viável

e ecologicamente responsável, uma vez que transforma resíduos em produto novamente, isso através de sua reutilização na fabricação do sabão e diversas outras aplicações, não gerando resíduo significativos. O sabão resultante é biodegradável, e o processo de saponificação é eficiente, exigindo um consumo mínimo de energia (Azme *et al.*, 2023; Felix *et al.*, 2017).

As alternativas sustentáveis para a gestão ambiental são de extrema importância, pois visam formas de tornar as atividades humanas menos prejudiciais ao meio ambiente. Portanto, este trabalho apresenta uma alternativa sustentável para a reutilização do óleo de cozinha da cantina da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão-UEMASUL Campus Açailândia, por meio da fabricação de sabão artesanal. Essa iniciativa é benéfica tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÓLEO VEGETAL

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em sua Resolução RDC nº481 de março de 2021, em seu Art. 3º, inciso IV irá dispor sobre os requisitos sanitários para óleos e gorduras vegetais, classificando os óleos vegetais em produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos, podendo conter pequenas quantidades de outros lipídios tais como fosfolipídeos, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura, obtidos das partes das espécies vegetais.

Nos incisos V, VI, VII, identificará os tipos de óleo em 3 categorias, os óleos vegetais prensados a frio, este é um processo apenas mecânico sem a utilização de calor. Os óleos vegetais refinados, onde existe processamento tanto químicos, quanto físicos, pois para adquirir um óleo de características necessárias para uso, a remoção de compostos que oxidam, ácidos graxos livre e outros, é de extrema importância. E os óleos vegetais virgens, estritamente adquirido por meio de aplicação de calor e processamento mecânico (ANVISA, 2021). A extração do óleo seguirá de acordo com as características da oleaginosa, podendo ser realizada por diferentes métodos. Dentre os tipos de extrações, a prensada a frio é um dos métodos mais antigos sendo utilizado atualmente, mesmo com uma modernização empregue no processo, como o de prensas contínuas (Castilho, 2021).

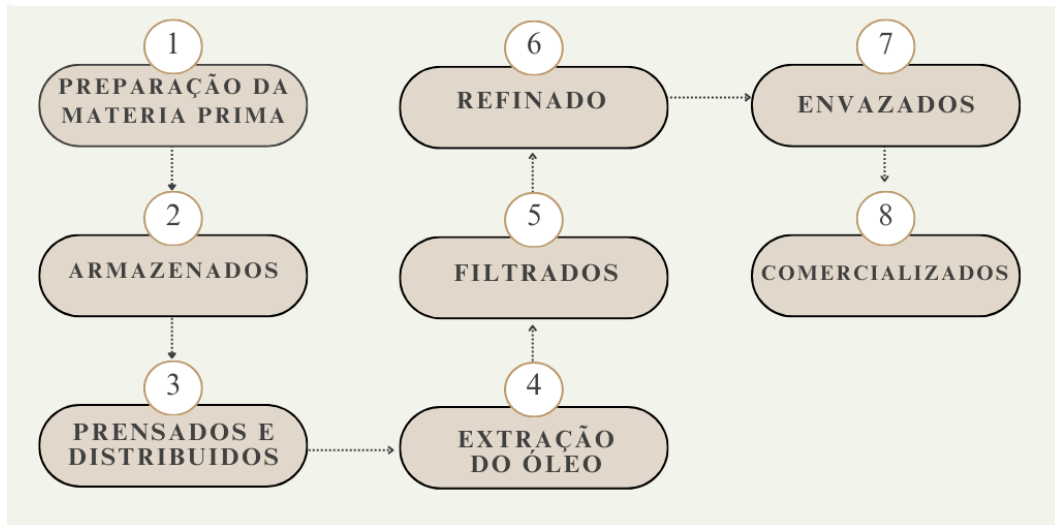
Antes da chegada do óleo ao comércio, existem diversas etapas nessa logística, a primeira e mais demorada se dar ao plantio, manejo e colheita da lavoura da matéria-prima utilizada na produção, conforme apresentado na **Figura 1**. Já a **Figura 2**, mostra a segunda etapa que ocorre após a colheita, na preparação de matéria prima, efetua-se o recebimento, limpeza e secagem para a armazenamento dos grãos, no qual podem ser acondicionados dentro de silos ou ensacados, atentando-se para a temperatura, umidade e outros aspectos. Logo depois, esses grãos serão distribuídos em esteiras para a extração por prensagem ou por solventes o qual são métodos contínuo e descontínuos, já com a extração do óleo bruto finalizada, estes mesmos passarão por filtragem e o refino para retirada das impurezas contidas adequando-se para o consumo e por fim envasado e comercializados (Abiove, 2019).

Figura 1 - Etapa 1 de produção do óleo vegetal.



Fonte: autoria própria.

Figura 2 - Etapa 2 de produção do óleo vegetal.



Fonte: autoria própria.

O Brasil é um dos territórios com maior produção de soja, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), acompanha as safras brasileiras de grãos divulgando o levantamento em cada uma delas, em setembro de 2024, a produção de soja alcançou 147.336,6 mil toneladas, 4,7% inferior ao obtido na safra 2022/2023, a maior já colhida no Brasil, essa diminuição ocorreu pelas adversidades climática, porém considerada ainda satisfatória (CONAB, 2024).

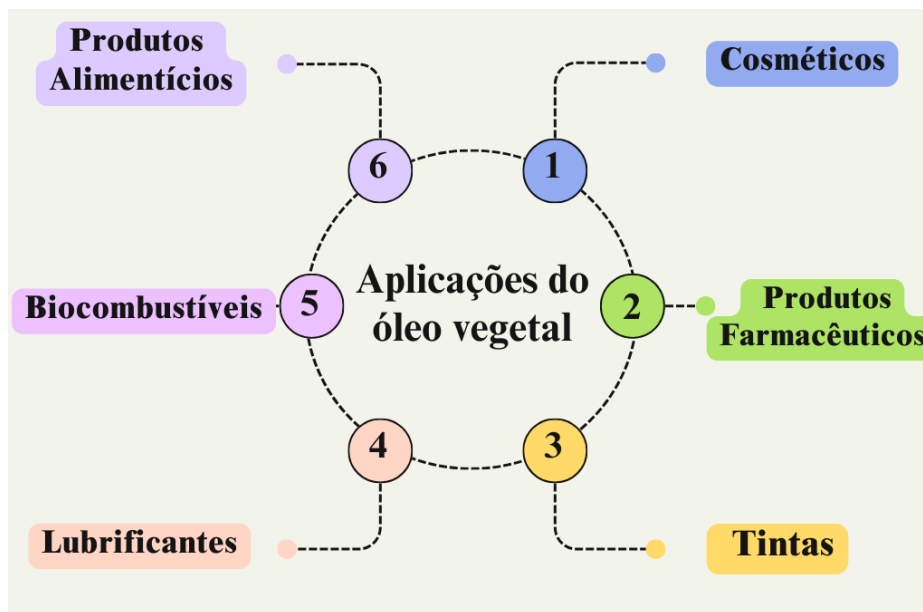
2.2 APLICAÇÃO DO ÓLEO

O Brasil destaca-se por ser um dos países com imensa área agricultável, vasto em espécies vegetais oleosas, clima diversificado e solo rico em diversos nutrientes, promovendo um potencial gigante na extração de óleo, tais características o possibilita de preparo de opções variadas em alimentos e sabores. Com essa variação de possibilidades, o óleo por sua vez é um derivado vegetal, extraído da gordura vinda de plantas e sementes como girassol, linhaça, caju e outras, também com capacidade de extração de grãos sendo eles soja e milho ou por abacate, azeitona, canola e diversos

outros (Wildner e Hillig, 2012).

Os óleos vegetais apresentam diversas aplicações, na **Figura 3**, podemos observar alguns exemplos, onde suas características possibilitam uma alta variedade de produtos a partir de seus componentes, assim proporcionando alternativas mais sustentáveis em suas produções. Correspondendo positivamente no âmbito ambiental e no social com os produtores e consumidores.

Figura 3 - Mapa mental das principais aplicações do óleo vegetal.



Fonte: autoria própria.

2.2.1 Cosméticos

As características elementares nos óleos vegetais trazem destaque pela presença de substâncias diversas, grande versatilidade no uso desses bioativos e por seus compostos lipídicos. O Brasil busca realizar uma adaptação para aumento da utilização de componentes naturais em sua produção, seja para cuidados com cabelos, pele ou higiene. Por sua vez, o óleo vegetal desperta interesses tanto nos fabricantes quanto nos consumidores por ser de origem natural, incluindo outras atividades como a presença de vitaminas, capacidade hidratante, entre outras (Reis, 2022).

Ao passar dos anos com uma maior exploração e utilização dos produtos de origem natural, despertou um novo olhar a respeito da utilização desses tipos de produtos, onde possibilita uma maior visibilidade a flora brasileira rica em óleos, onde trazem diversos benefícios, uma visão mais ampla a respeito da biodiversidade e por consequente a aplicação de sustentabilidade pelo uso adequado em produtos e

empresas de cosméticos, como a Natura (Nakagami *et al.*, 2019)

2.2.2 Produtos farmacêuticos

Os óleos vegetais apresentam uma composição química característica, permitindo um potencial de exploração no âmbito medicinal, proporcionando diversas propriedades farmacológicas. O óleo vegetal por ter efeito biológico próprio eles podem atuar juntamente com outros componentes, intensificando os resultados (Masiero *et al.*, 2021).

O uso do óleo de açaí tem conquistado uma crescente relevância nas indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas, principalmente por sua rica composição lipídica e elevado teor de compostos antioxidantes, sendo ambos benéficos à saúde. Uma das regiões que desponta em plantas que produzem vários óleos vegetais é a Amazônia, sendo uma parte importante da vida local, tradicionalmente utilizados pela população no tratamento de enfermidades. Nos últimos anos, diversas empresas têm se interessado e utilizado o óleo de açaí, andiroba e dentre outros em suas produções farmacêuticas, as quais são provenientes dessa região (Lira *et al.*, 2021).

2.2.3 Tintas

Outra forma de reciclar esse óleo residual é a produção de resinas que podem ser utilizadas para a fabricação de vernizes e tintas. O óleo residual de fritura começa a ganhar visibilidade para a produção de resinas poliméricas que podem ser incorporadas às tintas para veículos. A literatura indica principalmente a produção de resinas alquídicas e resinas obtidas através da polimerização térmica dos óleos residuais com o uso de um complexo metálico como catalisador (Alves, 2024).

2.2.4 Lubrificantes

Os lubrificantes possuem diversificados tipos, isso se dar de acordo com seu estado físico, onde pode-se obter uma classificação, sendo em sólidos, líquidos, semissólidos ou como gases. A utilização deles se diferem em cada classificação, os sólidos podem atuar como lubrificantes secos ou aditivos, ou seja, juntamente com outros. Enquanto, os lubrificantes líquidos atuam na diminuição do atrito ou contra corrosão. Já os semissólidos, no caso as graxas atuam como camada protetora e lubrificante pois adere as superfícies. Com isso, desenvolvimentos em lubrificantes

utilizando óleos vegetais vem sendo estudado e testado, como por exemplo óleo de andiroba, copaíba, coco e entre outros (Silva, 2023).

2.2.5 Biocombustíveis

Alternativas sustentáveis para a produção de biocombustível têm interessado aos fornecedores, com isso dando uma maior importância as gorduras e óleos residuais, pois um de seus benefícios principais se dar pelo baixo custo, como também a possibilidade de reutilização de óleo de cozinha, para então utilizá-las como matéria prima, gerando assim fonte de energia renovável, onde reduz a poluição e sendo uma alternativa de grande potencial, pois agregaria sustentabilidade (Coelho, 2020). De acordo a Associação de Produtores de Biodiesel do Brasil (APROBIO), cerca de 30 milhões de litros de óleo de cozinha foram reciclados no país para produção do biodiesel (Aprobio, 2017).

2.2.6 Produtos alimentícios

O óleo vegetal é amplamente empregado na culinária brasileira para o preparo de alimentos, 80% de sua produção é derivada de grãos de soja, enquanto o restante é composto por óleos especiais como canola, girassol, palma e amendoim (ABIOVE, 2015). No ano de 2017, foram produzidos no Brasil cerca de 8.433 milhões de toneladas de óleo de soja. Deste total, 16% foram destinados para exportação, 35% para produção de biodiesel e 48% destinados para consumo alimentar doméstico e industrial (ABIOVE, 2018). Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (ABIOVE), o consumo de óleo vegetal comestível foi de 4,7 bilhões de litros no ano de 2019.

2.3 O ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA (ORF)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), classifica o óleo residual de fritura (ORF) como um resíduo sólido, pelo fato dele ser um resíduo resultante de atividades humanas, que geralmente é descartado em um recipiente e por ser inviável a opção de seu descarte nas redes públicas de esgotos ou em corpos d'água (Brasil, 2010). O óleo residual de fritura apresenta como características de sua composição, um elevado índice de viscosidade e acidez, alto grau de calor específico e odor

desagradável. Este resíduo quando descartado de maneira incorreta, sem obedecer às condições mínimas de segregação, constitui-se um dos resíduos domésticos mais perigosos (SABESP, 2011; Oliveira, 2013; Zucatto *et al.*, 2013).

O óleo de residual de fritura é um resíduo gerado a partir do aquecimento em altas temperaturas de óleos de origem vegetal ou animal para a preparação de alimentos, seja na indústria alimentícia ou em residências. Esse resíduo apesar de ser um agente de alto nível de contaminação para o meio ambiente, caso seja descartado de forma incorreta, porém apresenta um grande potencial e características que possibilitam sua reutilização. A alternativas variadas para sua reutilização, algumas ganham bastantes destaque e são produzidas em nível de escala maior, como por exemplo na produção de biodiesel e tintas, enquanto outras são economicamente mais viáveis e extremamente eficientes, como a produção de sabão, dessa forma também caminhando na busca pela destinação mais eficiente desse resíduo (Barrios *et al.*, 2018).

2.3.1 Impactos do descarte inadequado do ORF

O descarte inadequado do óleo residual acarreta uma série de problemas, sendo um deles a formação de uma camada impermeável nos leitos dos rios e nos solos. Podendo essa impermeabilização ter como consequência direta sérios transtornos de inundação em áreas urbanas, resultando em danos socioambientais significativos. Além disso, tais práticas contribuem para o desequilíbrio ecológico da região, afetando negativamente os ecossistemas locais e sua capacidade de sustentar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos essenciais (Branco *et al.*, 2013).

Ambientalmente não existe um consenso quanto a forma correta de descarte do óleo residual de fritura. A apenas a orientação para que este resíduo seja acondicionado em um recipiente fechado, geralmente uma garrafa pet, sendo posteriormente descartado no lixo domiciliar (Rabelo e Ferreira, 2008; Thode Filho *et al.*, 2013). Entretanto existem alternativas para a sua reutilização por meio da produção de resina para tintas, sabão, detergente, amaciante, sabonete, glicerina, ração para animais, biodiesel, lubrificante para carros, dentre outras opções (Novaes, 2014).

Os ambientalistas concordam que não existe um modelo ideal para o descarte do resíduo, mas sim alternativas para o reaproveitamento do óleo de fritura (Khaled *et al.*, 2023). O processo de reciclagem é incentivado por diversos projetos ao redor do

mundo. Através da reciclagem, os óleos usados deixam de ser resíduos poluentes e se transformam em produtos de valor agregado. O óleo vegetal de cozinha usado é um exemplo de material pós-consumo que destaca a importância dos aspectos sociais e ambientais na gestão de resíduos para viabilizar sua cadeia de reaproveitamento. Assim, o ciclo reverso do produto pode trazer vantagens competitivas, além de evitar a degradação ambiental e problemas nos sistemas de tratamento de água e esgoto (Pitta Junior *et al.*, 2009).

2.4 A LOGÍSTICA REVERSA NA RECICLAGEM DO ORF

A PNRS, instituída pela Lei Federal 12.305 de 2010, define a logística reversa como uma ferramenta de desenvolvimento econômico e social, destacando a importância deste conjunto de ações para a eficácia da gestão de resíduos sólidos urbanos. A PNRS adota esse modelo com base em práticas contemporâneas de gestão de resíduos, que enfatizam a responsabilidade compartilhada e a gestão do ciclo de vida dos produtos.

Atualmente, é evidente que os sistemas de logística reversa são indispensáveis tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. A importância desses sistemas reside na sua capacidade de minimizar o impacto ambiental e otimizar o uso de recursos. Portanto, é crucial investigar e explorar todo o potencial de reaproveitamento de subprodutos, buscando soluções que promovam a sustentabilidade e a eficiência na gestão de resíduos (Hashmi, 2022).

No que lhe concerne, o óleo residual de fritura acarreta pontos positivos ao cumprirem seu respectivo descarte, um deles sendo na questão ambiental proporcionando cuidado e a preservação por meio da educação ambiental a sociedade e aos colaboradores: com o conhecimentos adquirido, é possível realizarem o devido acondicionamento ou fabricação de subprodutos, por exemplo, o biodiesel, sabão artesanal e entre outros (Richnak, 2021).

Sayed *et al.*, (2024) afirma que a produção de sabão tem se destacado e ganhado espaço devido ao seu processo simplificado e economicamente viável. Além de ser uma solução prática, essa alternativa ajuda a reduzir o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado desse tipo de resíduo.

A prática de reutilizar esse resíduo é crucial para impedir sua disposição direta em corpos d'água ou seu descarte em pias e vasos sanitários, acarretando o

entupimento das tubulações nas redes de esgoto, além de também causar poluição principalmente nos ecossistemas aquáticos (Pitta Júnior *et al.*, 2009; Godoy *et al.*, 2010). Essa abordagem não apenas promove a conservação ambiental, mas também contribui para a saúde dos sistemas hidrográficos e a qualidade de vida das comunidades que dependem desses recursos naturais.

A logística reversa do óleo residual de fritura possibilita sua transformação novamente em matéria-prima. Da mesma forma, a educação ambiental desempenha um papel crucial na conscientização, na responsabilidade e na promoção da sustentabilidade no descarte adequado e eficaz, o qual envolve o acondicionamento em recipientes apropriados e a entrega nos centros de coleta para reutilização. Um exemplo desse processo é desenvolvido pela Indústria e Alimentos Ltda. – ASA, localizada em Recife (PE), responsável pela fabricação de produtos de limpeza e cuidados pessoais. O sabão Bem-Te-Vi é uma das marcas produzidas pela empresa, sendo produzido a partir do óleo de cozinha coletado nos centros de logística reversa (Gómez e Machado, 2015).

2.4.1 Produção de sabão Artesanal

A produção do sabão artesanal se torna uma alternativa sustentável socioambiental, proporcionando aos fabricantes economia para consumo próprio, renda para comercialização e minimização de impactos negativos (Zahran, 2024). A prática de reciclagem desempenha um papel crucial na redução dos problemas gerados pelo resíduo, contudo, algumas medidas são essenciais para promover a disseminação desse hábito.

É relevante destacar que, além dos benefícios ambientais resultantes da reciclagem do óleo saturado, também existem vantagens sociais e econômicas que sustentam o processo de desenvolvimento sustentável. A fabricação de sabão possibilita a criação de cooperativas para comercializar os produtos, gerando renda e promovendo o desenvolvimento econômico nas comunidades (Martins *et al.*, 2010). Além da realização da produção e venda do sabão, o ORF excedente da produção também pode ser vendido para empresas, sendo utilizados como matéria-prima para a fabricação de novos produtos.

A elaboração de sabão é um processo simplificado, de custo reduzido e vantajoso, porém, requer a devida precaução para prevenir eventualidades

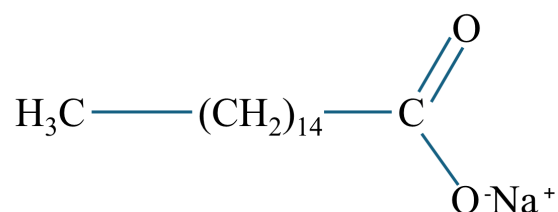
indesejadas. É de suma importância enfatizar o procedimento adequado a ser seguido e as precauções necessárias, devida atenção ao manuseio de soda cáustica, substância passível de causar intoxicação e queimaduras cutâneas (Bertê *et al.*, 2014).

A produção de sabão artesanal a partir de óleo residual de fritura (ORF), pode ser realizada em âmbito doméstico ou industrial, permitindo uma logística reversa que beneficia o ciclo produtivo. Isso ocorre porque, além de trazer vantagens ecológicas para o meio ambiente, esse processo transforma um material descartado em um produto útil e amplamente aplicável (Macedo *et al.*, 2017).

2.5 A QUÍMICA DOS SABÕES

A IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada, do inglês *International Union of Pure and Applied Chemistry*) define o sabão como um sal de ácido graxo saturado ou insaturado (**Figura 4**), devendo conter pelo menos oito átomos de carbono em sua composição ou uma mistura desses sais ácidos graxos (IUPAC, 2012). Esse processo ocorre por meio da reação de saponificação, onde se utiliza gorduras ou óleos, e uma base forte, sendo geralmente hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH), resultando em glicerina (glicerol) e sabão (sais de ácido graxos). Quando se utiliza NaOH, é produzido um sabão mais consistente, mais duro. Quando se utiliza KOH, é produzido um sabão “mole”, chamado de sabão potássico (Shreve, 1980).

Figura 4 - Estrutura do sabão.



Fonte: autoria própria.

Os sabões podem ser encontrados em duas formas: sólida e líquida. Os sabões líquidos são produzidos a partir de substâncias tensoativas sintéticas, derivadas do petróleo. Um exemplo comum, também utilizado em detergentes, é o lauril sulfato de sódio ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$), que promove a emulsificação de gorduras e confere propriedades de limpeza (Hartini *et al.*, 2021). Por outro lado, o sabão em barra é fabricado por meio da saponificação de gorduras, uma reação química entre óleos e

uma base, geralmente hidróxido de sódio. Esse processo resulta em uma massa sólida com propriedades tensoativas, eficaz na limpeza (Faruk *et al.*, 2021).

Um conceito necessário para se entender como ocorre a atuação do sabão, é o de tensão superficial. Ela pode ser definida como energia na forma de trabalho, sendo necessária para que ocorra a expansão da superfície de um líquido. Pois quanto mais unidas estiverem as moléculas do líquido, maior será o trabalho para distanciá-las uma das outras (Adamson, 1997). Dessa forma pode se dizer que quanto mais unidas essas moléculas estiverem, maior será a tensão superficial desse determinado líquido.

As moléculas que constituem o sabão apresentam regiões polares e apolares. Ao entrarem em contato com líquidos, sejam eles polares ou apolares, essas moléculas se dissolvem e passam a interagir com as moléculas do líquido. Esse fenômeno provoca uma diminuição nas interações entre as moléculas do líquido dissolvente, resultando em uma redução significativa da tensão superficial. Por essa razão, sabões e detergentes são classificados como substâncias tensoativas (Lage, 2015).

Curiosamente, os sabões de caráter alcalino são mais eficazes do que aqueles com pH próximo da neutralidade. Isso se deve ao fato de que, com maior alcalinidade, aumentam as interações com as partículas de sujeira, resultando em um poder de limpeza superior. No entanto, uma alcalinidade muito alta pode torná-los inadequados para o uso, devido ao seu efeito cáustico (Fardini *et al.*, 2017). O poder de formação de espuma de um sabão está diretamente relacionado à sua capacidade detergente, mas a presença de espuma nem sempre indica uma maior eficiência de limpeza. Muitas vezes, as indústrias adicionam espessantes ao sabão, o que diminui ainda mais a tensão superficial e eleva a quantidade de espuma produzida (Rusdianto *et al.*, 2021).

Os sabões são utilizados para remover certas impurezas que a água, por si só, não consegue retirar, tais como restos de óleos e gorduras, por exemplo. Isso é observado porque as moléculas de água são polares e as de óleo e/ou gorduras são apolares, não interagindo, portanto, entre si (Belo, 2014; Silva *et al.*, 2016). A interação entre eles ocorre por meio da formação de micelas, que são as partículas de óleo envolvidas por moléculas de sabão, onde a parte polar do sabão interagem com as moléculas de água e a parte apolar interagem com óleo. Dessa forma, o sabão acaba agindo como um emulsificante, devido possui a capacidade de fazer com óleo de disperse na água por meio da formação de micelas (Ghate, 2024).

Algumas das principais características que uma solução de sabão deve apresentar incluem: capacidade de emulsificação, que envolve dividir óleos ou

gorduras em pequenas gotículas microscópicas e mantê-las suspensas na água; capacidade de molhagem, permitindo que a solução umedeça as superfícies onde é aplicada; e capacidade de penetração, alcançando locais de difícil acesso, como ranhuras e fissuras superficiais (Andrade; Macedo, 1996).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Este trabalho possui como objetivo a reutilização do óleo de cozinha da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão- UEMASUL, para a produção de sabão artesanal por diferentes métodos, visando avaliar o qual deles apresenta maior qualidade.

3.2 Objetivos Específicos

- Produzir o sabão artesanal a partir de três métodos diferentes;
- Realizar análises de qualidade em cada método;
- Identificar qual o método que apresentou melhor eficiência.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo ocorreu em uma das instituições da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), localizada na cidade de Açailândia (CCHSTL – Centro de Ciências Humanas, Sociais, Tecnológica e Letras), situada na região sul do Maranhão, com as seguintes coordenadas geográficas Latitude: 4° 57' 14" Sul, longitude: 47° 30' 7" Oeste. A cidade possui aproximadamente 106.550 mil habitantes. O campus conta atualmente com 602 alunos ativos, divididos entre os seis cursos de graduação ofertados na Instituição.

4.2 Tipo de pesquisa

A pesquisa é de cunho experimental por conta das análises laboratoriais, sendo também qualitativa pela comparação entre os resultados dos métodos utilizados na produção do sabão.

4.3 Coleta do óleo de fritura para realização da produção dos sabões.

O óleo utilizado nesta pesquisa foi obtido por meio de doação da atual proprietária da lanchonete do campus. A coleta foi realizada ao longo de aproximadamente um mês, período durante o qual foi possível acumular um galão de 5 litros de óleo de soja, previamente utilizado nos processos de fritura do estabelecimento.

4.4 Materiais Utilizados

O **Quadro 1** apresenta todos os materiais que foram utilizados na produção do sabão artesanal dos três métodos presentes neste trabalho e suas respectivas funções, apontando a utilidade e necessidade de cada um deles.

Quadro 1 - Instrumentos utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas utilidades.

VIDRARIAS/EQUIPAMENTOS	FUNÇÃO
------------------------	--------

Béquer	Dissolução de sólidos e aquecimento de líquidos.
Erlenmeyer	Aquecimento de líquidos e titulações.
Funil comum	Filtração simples, com auxílio de papel de filtro, e transferência de líquidos.
Provetas	Medida de volumes de líquidos sem grande precisão.
Peneira	Utilizada para peneirar as substâncias para separar os componentes sólidos.
Pisseta	Utilizada para conduzir o fluxo do líquido até a superfície que se deseja lavar ou enxaguar.
Bastão de vidro	Transportes de líquidos e agitação de soluções.
Espátula de porcelana com colher	Usada na transferência de substâncias sólidas.
Balança analítica	Utilizada para pesagem.
Balança de precisão	Utilizada para pesagem.
Recipiente de plástico 3 L	Utilizado para a incorporação da mistura.
Chapa aquecedora	Utilizada para aquecer substâncias.
pHmetro	Utilizado para indicar a neutralidade, acidez e alcalinidade de diversos tipos de amostras.
Espátula de plástico	Utilizada para agitar soluções.
Recipiente de plástico	Utilizado para o acondicionamento do sabão.

Fonte: autoria própria.

Os **Quadros 2, 3, 4** apresentam todos os materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções utilizadas em cada método. O primeiro método realizou-se conforme a metodologia utilizada por Borges e Sousa (2020), onde se observa que o seu diferencial dos demais é a utilização do álcool como um dos componentes. Enquanto o segundo método baseou-se nas instruções do curso “Alternativas Sustentáveis para Gestão Ambiental”, ofertado pela plataforma

ESKADA da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), incluindo na sua produção a utilização do sabão em pó. Por fim, temos o terceiro método realizado por Vogel e Zimmer (2018), que dos três utilizados, contém a menor quantidade de materiais utilizados.

Buscou-se selecionar métodos que utilizassem materiais distintos em sua metodologia, com o objetivo de verificar a influência de cada um na qualidade dos sabões produzidos. As produções dos sabões foram desenvolvidas entre os meses de junho e agosto de 2024, sendo, posteriormente a esse período, realizadas as análises de qualidade nas amostras produzidas.

Quadro 2 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.

1º Método - Materiais e modo de produção		
	Produto	Proporções
Reagentes	Óleo de cozinha pós fritura	250 mL
	Soda cáustica	50 g
	Água tratada	50 mL
	Detergente	25 mL
	Álcool	5 mL
Modo de produção	1º PASSO: Coloca-se a soda cáustica em um recipiente e adiciona-se em pequenas quantidades a água em temperatura ambiente.	
	2º PASSO: A substância deve ser agitada até a soda cáustica se dissolver por completo e se tornar homogeneizada.	
	3º PASSO: Após isso, deve-se adicionar óleo e continuar a homogeneização da mistura por 10 minutos.	
	4º PASSO: Após esse tempo, adiciona-se o álcool e o detergente e continua-se a homogeneização da mistura até a obtenção de uma pasta consistente.	
	5º PASSO: Por último, a pasta deve ser despejada em um recipiente forrado e aguardar um período de 24h para ser realizado o corte.	

Fonte: Adaptado de Borges e Sousa, 2020.

Quadro 3 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.

2º Método - Materiais e modo de produção		
	Produto	Proporções
Reagentes	Óleo de cozinha pós fritura	250 mL
	Soda cáustica	45 g
	Água tratada	90 mL
	Detergente	45 mL
	Sabão em pó	1 g
	Alecrim em pó	2,5 g
Modo de produção	1º PASSO: Filtração do óleo para retirar os resíduos sólidos presente.	
	2º PASSO: Misturar a água aquecida em 40° C com a soda cáustica até ela se dissolver por completo.	
	3º PASSO: Aquecer o óleo em uma temperatura de 40° C. Após isso, deve ser inserido aos poucos a soda cáustica dissolvida ao óleo.	
	4º PASSO: Misturar somente esses materiais durante 20 minutos. Após esse tempo, deve se adicionar os demais materiais (detergente, sabão em pó e alecrim em pó).	
	5º PASSO: Despeje o sabão no recipiente de molde e aguarde um período de 20 a 40 dias para a sua solidificação.	

Fonte: Adaptado de ESKADA, 2023.

Quadro 4 - Materiais utilizados para a produção do sabão artesanal e suas respectivas proporções.

3º Método - Materiais e modo de produção		
	Produto	Proporções
Reagentes	Óleo de cozinha pós fritura	250 mL
	Soda cáustica	34 g
	Água tratada	30 mL

Modo de produção	1º PASSO: Adiciona-se a soda cáustica em um recipiente e aos poucos adiciona-se a água, agitando-se até o material se dissolver por completo.
	2º PASSO: Adiciona-se o óleo em um recipiente e logo após adiciona-se aos poucos a soda cáustica dissolvida ao óleo.
	3º PASSO: Por fim, a substância deve ser agitada durante um período de 25 minutos e após esse período, deve ser transferida para outro recipiente, para o seu período de solidificação.

Fonte: Adaptado de Vogel e Zimmer, 2018.

4.5 Análises de Qualidade

Em uma etapa subsequente, procedeu-se à análise laboratorial, fundamental para a verificação experimental das propriedades dos sabões produzidos nesta pesquisa, realizada no Laboratório Multidisciplinar da própria Universidade. Para a determinação da qualidade dos sabões, realizaram-se as análises de saponificação, organolépticas/sensoriais, peso médio, formação de espuma, determinação de pH, formação de rachadura, teste de resistência à água, perda de massa por amolecimento e teste de lavagem.

4.5.1 Análise de saponificação

Para realização da análise do índice de saponificação, pesou-se 3g da amostra de sabão, em seguida adicionado 25,0 mL de KOH 0,5 mol.L⁻¹. A mistura foi aquecida em uma placa aquecedora durante 30 minutos à temperatura de 60°C e, depois, titulada com ácido clorídrico 0,5 mol.L⁻¹. Para o branco, a amostra de sabão foi substituída por 3,0 mL de água destilada e continuando conforme as análises das amostras de sabão (Oliveira *et al.*, 2021).

4.5.2 Análises organolépticas/sensoriais

Nas análises organolépticas para os sabões, foram avaliadas as características detectáveis pelos órgãos dos sentidos, verificando os seguintes parâmetros quando aplicáveis: aspecto, cor e odor (Brasil, 2004). Nesta análise foi avaliado se as amostras

mantiveram as características macroscópicas das amostras de referência (padrão) de cada método utilizado ou se houve divergências quanto a essas características observadas, dessa forma permitindo a caracterização de cada amostra.

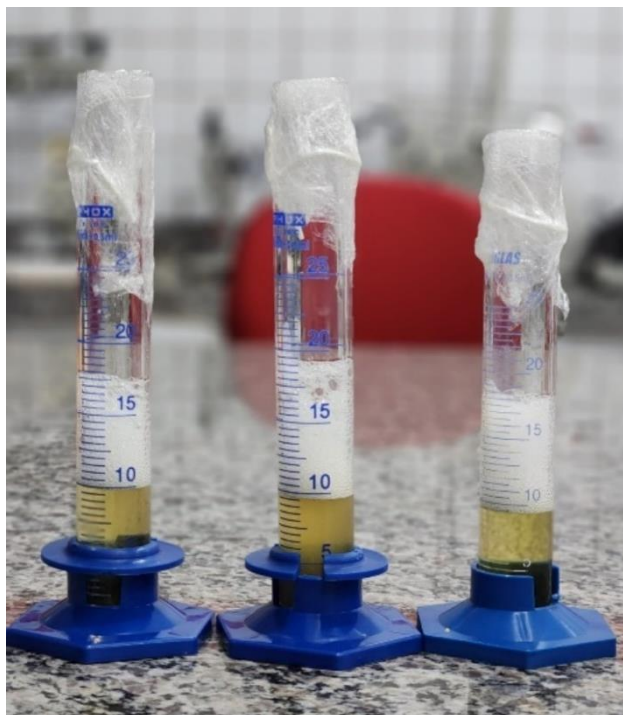
4.5.3 Peso médio

O teste de pesagem consiste em certificar o peso de cada amostra de sabão produzido, assim analisando a uniformidade entre eles. Sendo pesadas em uma balança analítica, contendo um total de 9 barras, divididas em 3 por método. Desse modo, foi calculado o peso médio, a partir dos resultados obtidos (Tescarollo *et al.*, 2015).

4.5.4 Formação de espuma

Na realização do teste de formação de espuma, conforme apresentado na **Figura 5**, adotou-se o método de Bartsch com algumas adaptações. Inicialmente foi pesados 4g de sabão de cada método produzido, em seguida adicionou 15 mL de água destilada para a diluição, agitando manualmente com o auxílio do bastão de vidro durante 5 minutos. Após a diluição, transferiu-se o líquido formulado para uma proveta de 25 mL, vedando-a com papel filme e brandindo 10 vezes simultaneamente, repetindo essa ação por três vezes com intervalos de 5 minutos entre elas (Almeida, Silva e Cornélio, 2017).

Figura 5 - Determinação do índice de espuma.



Fonte: autoria própria.

4.5.5 Determinação do pH

Para realização do teste de pH, utilizou-se o pHmetro de bolso. Pesou em um béquer de 50 mL, 5g de cada método realizado, diluindo com água destilada manualmente com o auxílio de um bastão de vidro, em seguida imergiu o aparelho na solução de sabão, aguardando até o resultado (Tescarollo *et al.*, 2015).

4.5.6 Formação de rachadura

No teste de formação de rachadura, três amostras de cada método foram perfuradas ao meio com palito de madeira e acondicionadas dentro de béqueres de 500 mL, em seguida adicionado 150 mL de água destilada, deixando-as imersas até a metade por um período de 24h (segundo a **Figura 6**). Após esse tempo, as amostras foram retiradas da imersão e suspensas pelas mesmas hastes de madeira durante 30h, ao finalizar este tempo, as amostras seguiram para avaliação e classificação em ausência de rachadura, leves, medias e grandes (Almeida, Silva e Cornélio, 2017).

Figura 6 - Amostras durante teste de rachaduras.



Fonte: autoria própria.

4.5.7 Teste de resistência à água

Para medir a quantidade de água absorvida (resistência à água), uma amostra (barra) de cada método foi pesada, logo após foram imersas totalmente em um béquer contendo 150 mL de água destilada e mantidas por um período de 24h sob temperatura ambiente, em repouso. Em seguida, as amostras foram retiradas dos recipientes e colocadas em repouso novamente em uma superfície com papel toalha, para eliminação do excesso de água absorvida, durante um período de 30 minutos conforme apresenta a **Figura 7**. Após esse período, as amostras foram pesadas novamente e a partir da diferença entre a massa inicial (m_1) e massa final (m_2) calculou-se o teor de água absorvida (Carazza *et al.*, 1995).

Figura 7 - Amostras durante teste de resistência à água.



Fonte: autoria própria.

4.5.8 Perda de massa/amolecimento

Para medir a taxa de desgaste (perda de massa), realizou-se primeiro a pesagem de uma amostra (barra) de cada método, logo após foram imersas em um recipiente contendo 150 mL de água destilada, durante um período de repouso de 24h sob temperatura ambiente. Após este período, as barras foram colocadas sobre uma superfície com papel toalha por 2h e posteriormente com a ajuda de uma espátula, foram retiradas as partes amolecidas até que se verificasse uma área sólida (Tescarollo *et al.*, 2015).

O teste de perda de massa tem caráter qualitativo, e, devido a essa característica, foram estabelecidas faixas para permitir uma avaliação comparativa, conforme a classificação sugerida por Diez e Carvalho (2000) e adaptado por Tescarollo (2015): Faixa I: % Perda de Massa entre 0 – 10; Faixa II: % Perda de Massa entre 10 – 20; Faixa III: % Perda de Massa entre 21 – 30; Faixa IV: % Perda de Massa entre 31 – 40.

4.5.9 Teste de lavagem

O presente estudo tem como objetivo avaliar a eficácia de diferentes sabões, quanto à sua capacidade de remoção de sujeiras. Para o teste, foram utilizadas quatro amostras de tecido branco com as dimensões de 10x10 para cada material, cada uma

foi passada uma quantidade de ketchup e mostarda até atingir um nível considerável de sujeira. Em seguida, os tecidos foram submetidos a duas lavagens com cada tipo de sabão em análise e ficando de molho nos sabões durante um período de 24h, enquanto uma amostra foi lavada exclusivamente com água, atuando como controle. Após o processo de lavagem, os tecidos foram deixados para secagem por um período de 24h. Decorrido esse tempo, realizou-se uma observação visual dos tecidos, a fim de verificar se os métodos empregados apresentaram resultados satisfatórios ou semelhantes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi elaborado em três etapas. Iniciando com a seleção dos três métodos diferentes, Método 1 de Borges e Sousa (2020), Método 2 baseado nas instruções do curso ofertado pela plataforma ESKADA e Método 3 conforme Vogel e Zimmer (2018). Em seguida a produção dos sabões em triplicata, finalizando com as análises de qualidade. Em seguida efetuada as análises de saponificação, análises organolépticas/sensorias, peso médio, formação de espuma, determinação de pH, formação de rachadura, teste de resistência à água, perda de massa por amolecimento e teste de lavagem.

5.1 Análise de saponificação

Em relação ao teste de índice de saponificação, que busca determinar a quantidade de hidróxido de potássio ou de sódio necessário para saponificação dos ésteres presentes no óleo, as amostras apresentaram resultados bem diferentes um dos outros, conforme apresentados na **Tabela 5**. As amostras do Método 1, apresentaram os resultados menos satisfatório de 24,3, seguindo das amostras do Método 3, que obtiveram o resultado de 18,7 e por último as amostras do Método 2, que demonstram os melhores resultados de índice de saponificação. Segundo Oliveira *et al.*, (2021), o índice de saponificação está vinculado ao tamanho das cadeias de ácidos graxos presentes no óleo utilizado na produção do sabão e, em razão disso, pode influenciar diretamente na consistência final do sabão.

Tabela 5 - Índice de saponificação dos sabões.

Métodos	Índice de Saponificação (mg KOH/g ⁻¹)
Método 1	24,3
Método 2	14,02
Método 3	18,7

Fonte: autoria própria.

5.2 Análises organolépticas/sensorias

A partir das análises sensoriais realizadas nas amostras de sabão de cada método (conforme apresentado na **Figura 8**), foi possível observar nos resultados apresentados na **Tabela 6**, que cada amostra apresentou características distintas. A amostra produzida pelo Método 1 demonstrou-se consistente, porém revelou

fragilidade ao ser cortada, exibindo um aspecto seco e áspero ao toque. Em contrapartida, a amostra do Método 2 foi a menos consistente das três, com uma aparência mais flexível e úmida, além de apresentar uma sensação suave ao toque. Por fim, a amostra obtida pelo Método 3, apresentou excelente consistência, sendo a mais firme entre as amostras, além de possuir um toque macio.

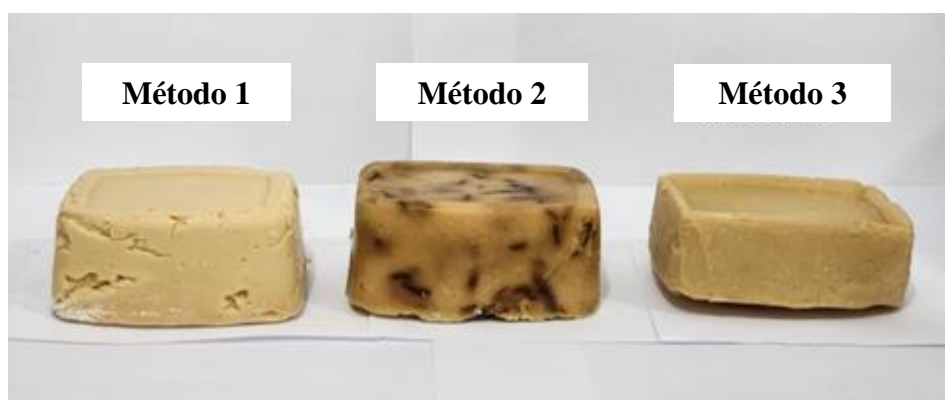
Tabela 6 - Resultados ensaios organolépticos.

Amostras	Aspecto	Cor	Odor
Método 1	Consistente e Quebradiço	Levemente Amarelado	Característico do Sabão
Método 2	Consistente	Amarelada turva	Cheiro doce de alecrim
Método 3	Consistente	Amarelada	Característico do Sabão

Fonte: autoria própria.

No que tange à coloração (conforme apresentado na **Figura 8**), todas as amostras de sabão exibiram um tom amarelado, devido à presença do óleo residual de cozinha em sua composição. No entanto, a amostra do Método 1 tornou-se ligeiramente mais clara em virtude do álcool empregado em sua preparação, enquanto a amostra do Método 2 adquiriu uma tonalidade mais escura, em razão da pigmentação proporcionada pelo alecrim utilizado em sua formulação.

Figura 8 - Amostras de sabões de cada método.



Fonte: autoria própria.

Quanto ao odor, as amostras de sabão dos Métodos 1 e 3 não apresentaram cheiro desagradável, emitindo apenas o aroma característico dos sabões. Destaca-se

que a amostra de sabão do Método 2, apresentou um perfume mais agradável, devido ao alecrim adicionado, que além de conferir uma fragrância agradável, atua como um agente conservante, o que deverá proporcionar ao sabão uma durabilidade superior em comparação aos métodos alternativos.

5.3 Peso médio

A **Tabela 7** expõe os resultados da pesagem das amostras em cada método, onde é possível observar variações entre todas elas. No entanto, o sabão com maior peso médio (g) se deu ao Método 2 com 318g, em seguida o Método 1 com 305g e por fim o Método 3 com 239g. O peso em cada amostra pode ser diversificado, pela produção dos sabões serem realizadas por diferentes pessoas. Segundo Pires *et al.*, (2018), os sabões produzidos por apenas uma pessoa mesmo em diferentes lotes, tendem a ser mais padronizados.

Tabela 7 - Resultados obtidos no teste de peso médio.

Amostra/Método	Peso (g)		
	Método 1 (M1)	Método 2 (M2)	Método 3 (M3)
Amostra 1	317 g	333 g	236 g
Amostra 2	304 g	298 g	250 g
Amostra 3	295 g	324 g	231 g
Peso Médio (g)	305,3 g	318,3 g	239 g

Fonte: autoria própria.

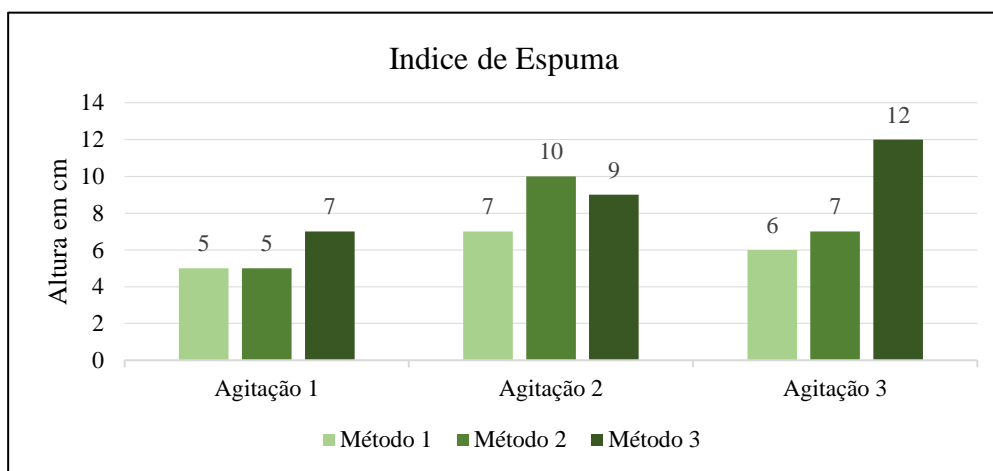
5.4 Formação de espuma

No teste de espuma, os três métodos obtiveram variação em seus respectivos resultados conforme é apresentado no **Gráfico 1**. Durante as três agitações, todos apresentaram espuma, na primeira agitação o Método 1 apresentou altura de 5cm de espuma, já na segunda aumentou para 7cm e na terceira houve redução para 6cm, porém durante os intervalos de cinco minutos realizado entre as agitações, a espuma diminuiu com rapidez. Já o Método 2, o resultado inicial foi de 5cm, no segundo dobrou de altura indo para 10cm e na última reduziu para 7cm e nesse método a espuma obteve maior demora a desfazer-se comparada a primeira. Por fim, o Método 3 obteve maior geração de espuma e maior demora a desestruturar-se, com o primeiro

resultando em 5cm, seguindo para 9cm e terminando com 12cm.

Ao observar o **Gráfico 1**, pode-se perceber que entre os três métodos, os métodos 1 e 2 apresentaram variações na altura de espuma e o Método 3 maior concentração de espuma e maior consistência. Segundo Romero *et al.*, (2022), a quantidade de espuma produzida por sabão não estar propriamente ligada ao poder de limpeza, mas esse critério é utilizado pelos consumidores, no qual fazem essa associação. Assim também outros autores, como Scaramussa *et al.*, (2024), cita que a espuma pode entrar como estética ao sabão para o consumidor, sendo que este fator pode não ter tanta influência na retirada de sujidade.

Gráfico 1 - Resultado obtido no teste de índice de espuma.

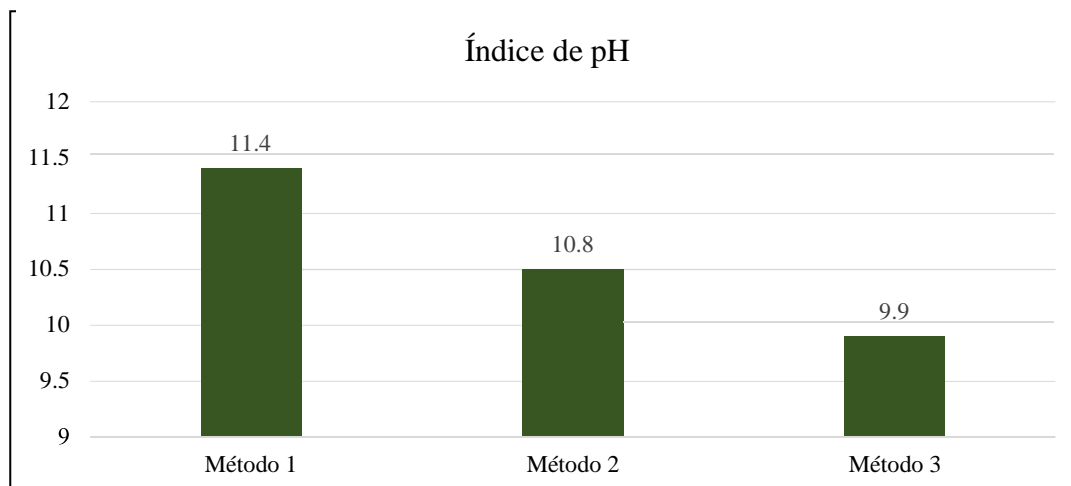


Fonte: autoria própria.

5.5 Determinação de pH

Os resultados obtidos para o pH foram distintos em cada método, ao observar o **Gráfico 2**, pode-se perceber que no Método 1 o pH foi de 11,4, no Método 2 o pH de 10,8 e no Método 3 com o pH de 9,9. Sendo assim, o Método 1 é o mais alcalino entre eles, quase excedendo o limite máximo estabelecido pela ANVISA de 11,5, na sua resolução de nº 13, de 28 de fevereiro de 2007. No entanto, os três métodos estão dentro dos parâmetros estabelecidos para sabão utilizado em limpeza. De acordo com Souza-Ferrari *et al.*, (2022), a redução de pH está diretamente associada a quantidade de hidróxido de sódio (NaOH) utilizada na produção, quanto menor a quantidade de NaOH, menor será o valor do pH nos sabões.

Gráfico 2 - Resultados obtidos no teste de pH.

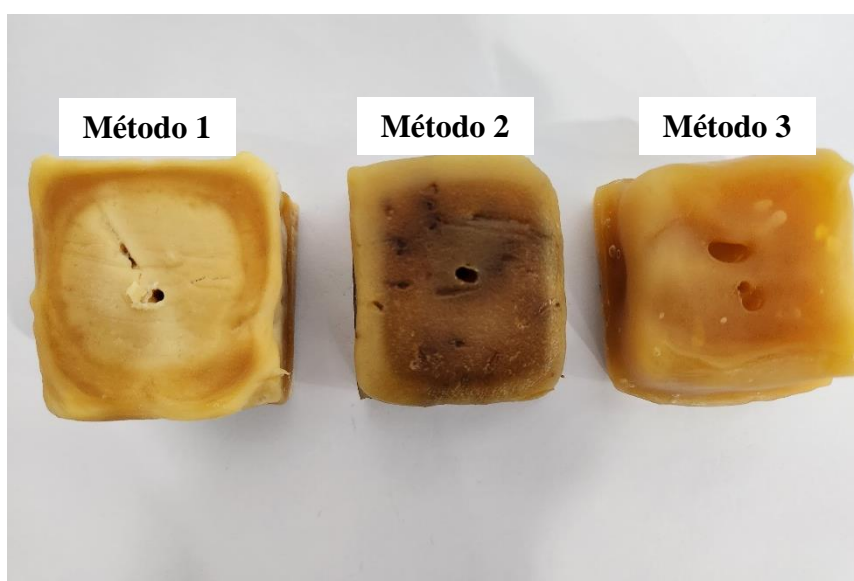


Fonte: autoria própria.

5.6 Formação de rachadura

Neste teste de rachadura, pode-se observar o resultado na **Figura 9**, onde o Método 1 apresentou a classificação leve (fina rachadura) e os Método 2 e 3, ausência de rachaduras. Segundo Yamaguchi e Sousa (2021), a não presença de rachadura no sabão, se dá a sua resistência ao ressecamento, quando exposto a umidade e a luz. Além disso, Almeida *et al.*, (2023) e Almeida (2024), afirmam que as rachaduras não têm influência sobre a eficácia do produto, a parte negativa é vista pelos consumidores, pois quanto mais seco o sabão, mais ele será quebradiço, dificultando corte. Sendo assim, esse parâmetro de qualidade do sabão, por ser quebradiço não é um bom fator e o seu uso se torna menos requisitado e com maior desperdício.

Figura 9 - Resultado do teste de rachadura.



Fonte: autoria própria.

5.7 Teste de resistência à água e perda de massa por amolecimento

Com relação aos testes de resistência à água, cujos resultados foram calculados e estão apresentados na **Tabela 8** observa-se que a amostra de sabão produzida pelo Método 1, apresentou uma quantidade significativa de água, correspondendo a cerca de 39,6% do líquido em que estava submersa. Em contraste, as amostras dos Métodos 2 e 3 apresentaram uma absorção consideravelmente menor, com ambas absorvendo aproximadamente 5,4%.

Tabela 8 - Teste de resistência à água e perda de massa por amolecimento.

Amostras	Peso inicial	Peso da massa úmida	Peso da massa final	Água absorvida	Perda de massa	Classificação
Método 1	54,1g	75,5g	38,1g	39,6%	29,5%	III
Método 2	54,4g	57,3g	26,6g	5,4%	51,1%	IV
Método 3	54,2g	57,1g	31,4g	5,4%	41,9%	IV

Fonte: autoria própria.

Os resultados do teste de perda de massa também apresentado na **Tabela 6**, mostraram-se contraditórios. Embora a amostra de sabão produzida pelo Método 1 tenha absorvido mais água, foi a que apresentou menor perda de massa por amolecimento, registrando apenas 29,5%. Isso indica que a amostra deste método possui uma estrutura mais sólida e resistente ao calor. Em contraste, a amostra do Método 3 apresentou uma perda de massa de 41,9%, seguida pela amostra do Método 2, que teve a maior perda de massa por amolecimento entre as amostras analisadas, de 51,1%. Esses valores evidenciam que as amostras de sabão dos Métodos 2 e 3 apresentam menor estabilidade estrutural, o que representa uma desvantagem, pois o sabão tende a se tornar pegajoso e amolecer com mais facilidade, podendo até mesmo derreter quando exposto a temperaturas mais elevadas.

Outro ponto observado, está na quantidade água absorvida por ambas as amostras de sabão, o que demonstra que os sabões absorveram uma grande quantidade água se tornando um material gelatinoso, sendo necessário dessa forma que o seu acondicionamento seja feito em um lugar seco, longe de umidades para a sua maior duração. Em geral, a maior formação desse complexo gelatinoso está associada à tendência de desgaste do sabonete (Diez; Carvalho, 2000; Almeida *et al.*, 2017).

5.8 Teste de lavagem

Os resultados obtidos em relação à eficácia do poder de limpeza dos sabões, foram considerados satisfatórios em todos os métodos avaliados (conforme ilustrado na **Figura 10**). Entretanto, algumas diferenças significativas foram observadas entre eles, destacando a superioridade de certos métodos sobre outros.

Entre os tecidos com manchas de ketchup, o lavado com o sabão do Método 2 apresentou o menor nível de recuperação da cor original, sendo possível identificar manchas residuais de ketchup. Em seguida, o Método 1 demonstrou uma performance intermediária, com variações sutis na tonalidade original do tecido, mas sem a presença de manchas marcantes. Por fim, o Método 3 revelou-se o mais eficiente, conseguindo restaurar completamente a aparência original do tecido, eliminando quase todos os vestígios de sujeira ou manchas.

Em relação aos tecidos manchados com mostarda, o sabão do Método 2 demonstrou a maior eficiência na remoção da mancha, não deixando vestígios de qualquer resíduo. Em seguida, o sabão do Método 1 apresentou um desempenho moderado, com certo nível de manchas ainda perceptíveis após a lavagem. Por fim, o Método 3 revelou a menor eficácia, apresentando manchas de mostarda visivelmente mais intensas em comparação aos demais métodos.

Figura 10 - Teste de lavagem das manchas dos tecidos.



Fonte: autoria própria.

CONCLUSÃO

O óleo residual de fritura é considerado um resíduo perigoso, com grande potencial de poluição ao meio ambiente, ao ser descartado de forma incorreta. Quando descartado no solo, forma uma camada impermeável, dificultando o escoamento e infiltração das águas pluviais. Enquanto em rios e mares, esse resíduo pode levar à morte de animais e plantas aquáticas, resultando, conseqüentemente em um desequilíbrio ecológico. No entanto, trata-se de um resíduo com grande potencial de reutilização, sendo a produção de sabão artesanal a partir do óleo residual de fritura uma dessas alternativas, uma solução simples e de baixo custo.

Por meio das análises realizadas, foi possível identificar entre os três métodos escolhidos, aquele que apresentou melhor qualidade. Nesse contexto, destaca-se o Método 3, que se sobressaiu nas análises de formação de espuma, determinação de pH, e no teste de lavagem do tecido com mancha de ketchup, além de ter apresentado bons resultados nos testes organolépticos, formação de rachaduras e de resistência a água. Em seguida, o Método 2, que apresentou melhor resultado na análise de saponificação, sendo satisfatório em determinação de pH, formação de rachadura e no teste de lavagem do tecido com mancha de mostarda. Por último, o Método 1, obtendo o melhor resultado na análise de perda de massa.

Conclui-se que os três métodos de produção de sabão são alternativas viáveis, por demonstrarem desempenho positivo. Contudo, o Método 3 se destacou e apresentou bons resultados em diversas análises, com a sua composição simples, utilizando apenas três reagentes — soda cáustica (NaOH), óleo residual de fritura e água —, o que confere relevância ao processo no que diz respeito à sustentabilidade, economia e rentabilidade.

REFERÊNCIAS

ABIOVE. **Estatísticas**. Disponível em: <https://abiove.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 11 de outubro de 2024.

ADAMSON, Arthur W.; GAST, Alice P. **Physical Chemistry of Surfaces**. 6ª ed., New York, Wiley-Interscience, 1997.

ALMEIDA, E.C.C; SILVA, C. G.; CORNÉLIO, M. L. Estudo da estabilidade físico-química do sabonete contendo extrato de algaroba. *In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2., 2017. Campina Grande, PB. Anais [...] Campina Grande: CONIDIS, 2017.*

ALMEIDA, Elaine Cristina Castro; SILVA, Clóvis Goveia da; CORNÉLIO, Melânia Lopes. Estudo da Estabilidade Físico Química do Sabonete Contendo Extrato de Algaroba. *In: Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2., 2017, Campina Grande-PB. Anais [...] Campina Grande-PB, 2017.*

ALMEIDA, Lilian Gissela Guillen. **Produção de sabão a partir de óleo vegetal de cozinha, com propriedades fitoterápicas e análise qualitativa dos produtos obtidos**, 2024, Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Latino-Americano de Ciências de Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2024.

ALMEIDA, Marcos Vinícius Souza de *et al.* **Comparação e estudo do controle de qualidade do sabão/sabonete à base de óleo de coco, palma, oliva e do sabonete industrial**, 2023. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) - Escola Técnica Estadual ETEC Irmã Agostina (Jardim Satélite - São Paulo), São Paulo, 2023.

ALVES, Lucas Repecka. **Preparação, caracterização e aplicação de tinta bicomponente de poliuretano à base de óleo de mamona**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, p. 120. 2024.

ANDRADE, J. N.; MACEDO, J. A. B. **Higienização na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 182 p.

APROBIO. **Brasil recicla 30 milhões de litros de óleo de cozinha na produção de**

biodiesel. 2017. Disponível em: <http://aprobio.com.br/2017/01/10/brasil-recicla-30-milhões-delitros-de-óleo-de-cozinha-na-produção-de-biodiesel/>. Acesso em: 15 maio de 2024.

AZME, Siti Nurdiyana Kamarul *et al.* Recycling waste cooking oil into soap: Knowledge transfer through community service learning. **Cleaner Waste Systems**, v. 4, p. 1-7, 2023.

BARRIOS, Sara B. *et al.* Preparação de sabão com propriedades fitoterápicas e emolientes a partir do óleo vegetal de cozinha. **I SIEPE**, p. 274-278, 2018.

BERTÊ, M.; Fantinel, L.; Fernandes, L. S. Reaproveitamento de óleo de fritura para fabricação de sabão. **Disciplinarum Scientia**, v. 15, n. 2, p. 191-200, 2014.

BEZERRA DE OLIVEIRA, J. A. *et al.* Óleo residual de frituras: Uma abordagem interdisciplinar na perspectiva da educação ambiental na educação básica. **Rev. ea**, v. 10, n. 76, 2021.

BORGES, Fernanda Nascimento; SOUSA, Mikaela Miranda. **Utilização do óleo de fritura usado para a produção de sabão artesanal**. 2020. Monografia (Tecnólogo em Gestão Ambiental) - Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Açailândia, 2020.

BRANCO, Isadora Guilherme; BOLDARINI, Maria T. Bettin; LIMA, Lisandra Ferreira. Energia alternativa: Geração de biodiesel a partir de óleos residuais. **Revista Tópos**, v.7, n. 1, p. 11-20, 2013.

BRASIL (2004) Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. Brasília: ANVISA, 52p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada- RDC N°481, de 15 de março de 2021. Dispõe sobre requisitos sanitários para óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da União**, Brasília- DF, março de 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política

Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República, [2010].

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 22 maio. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

CASTILHO, G. K, FELISBINO, S. S, RODRIGUES, N. M. Estudo sobre os tipos de extração para óleos essenciais e óleos vegetais. **Revista Científica Multidisciplinar O Saber**. São Paulo, v. 10, p. 01-08, out. 2021.

COELHO, Felipe de Luca Lima *et al.* Produção de biodiesel de óleo de fritura residual em um módulo didático de biodiesel. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 6, n.5, p. 28844- 28851, maio. 2020.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). 2011. **Reciclagem de óleo de cozinha**. Disponível em: https://www.sabesp.com.br/sustentabilidade/documentos-relatorios/relatorios_sustentabilidade. Acesso em: 14 setembro de 2024.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da safra brasileira: grãos**, décimo levantamento, julho 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 22 de julho de 2024.

CORAZZA, Sonia.; BARRETO, D.W.; GOUVÊA, M. C.; BARRETO, R.C.R. Algas marinhas em sabonetes. **Revista Cosmetics & Toiletries**, v. 19, p. 56-60, 1995.

DIEZ, M. A; CARVALHO, G.S.C. (2000). Aditivos para sabonetes em barra. **Oxiten S/A Indústria e Comércio**. São Paulo – SP.

DA COSTA, D. A.; LOPES, G. R.; LOPES, J. R. Reutilização do óleo de Fritura como uma alternativa de amenizar a poluição do solo. **Revista Monografias Ambientais - REMOA. Revista do Centro das Ciências Naturais e Exatas - UFSM**, Santa Maria. v. 14, p. 243-253, 2015.

DALEFE, Monique *et al.* Logística reversa: estudo de caso na organização Mcdonald`s. *In: Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza*, 6., 2011, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo-SP, 2011.

ECÓLEO (Associação Brasileira Para Sensibilização, Coleta, Reaproveitamento e Reciclagem de Resíduos de Óleo Comestível). **Reciclagem do óleo.**

Disponível em: <http://ecoleo.org.br/projetos/6766-2/>. Acesso em: 11 de janeiro de 2024.

ESKADA. **Alternativas Sustentáveis para Gestão Ambiental.** 2023.

Disponível em: <https://eskadauema.com/mod/resource/view.php?id=3875>.

Acesso em 07 de Janeiro 2024.

FARDINI, J. Téimon; SERVANT, J.; SELLAM, J. New test method for the evaluation of the preservation efficacy of soaps at very alkaline pH made by saponification. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 39, p. 476-485, 2017.

FARUK, Mohammed Umar *et al.* Comparative studies of the curing and hardening process of soaps produced from locally processed saturated and unsaturated fatty acids. **Algerian Journal of Engineering and Technology**, v. 05, p. 1–8, 2021.

FIATKOSKI, M. V.; SANTANA DA SILVA, J. O.; MACENO, C. M. M. Proposta desistema de logística reversa de óleo de cozinha residual em centro urbano: estudo de caso em um bairro no município de Curitiba – PR. *In: Congresso de Brasileiro de Engenharia de Produção*, 10. 2020. Curitiba. **Anais [...]** Curitiba-PR, 2020.

FRANÇA, L. Óleo de cozinha: 50 mL poluem 25 mil litros d'água. **Tribuna Independente**, 2019. Disponível em: <https://tribunahoje.com/noticias/cidades/2019/06/01/72977-oleo-de-cozinha-50-ml-poluem-25-mil-litros-dagua>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.

GHATE, Sumit Mahadev; TAMBE, Sumit Haribhau; AWSARMOL, Sachin Suresh. A Review on Nanoemulsions Explained: Techniques, Benefits, And Applications. **Anveshana's International Journal of Research in Pharmacy and Life Sciences**, v. 9, n. 4, p. 383-395, 2024.

- GÓMEZA, Carla Pasa; MACHADO, Ana Paula Correia. Do uso do óleo de cozinha ao sabão: o papel das partes interessadas para implementar um programa de logística reversa. **Revista Brasileira de Gestão de Operações e Produção**, Recife, v. 12, n. 1, p. 66-72, 2015.
- Hartini, Sri *et al.* Optimal Treatment Combination for Dishwashing Liquid Soap based on Waste Cooking Oil According to The Requirement of Indonesian Quality Standards. **Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy**, v. 08, n 02, p. 492-498, 2021.
- HASHMI, Rashid. Business performance through government policies, green purchasing, and reverse logistics. **South Asian Journal of Operations and Logistics**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2022.
- IUPAC, Compendium of Chemical Terminology - **Gold Book**, 2014. Disponível em: <http://goldbook.iupac.org/>. Acesso em: 03 de outubro de 2024.
- Khaled, B. M. *et al.* Estudo sobre a Purificação e Reutilização do Óleo de Cozinha Queimado e Avaliação de Seus Parâmetros Físico-Químicos e de Segurança. **Jornal Asiático de Ciência dos Alimentos**, v. 22, p. 19-27, 2023.
- LAGE, Carla Sofia Arantes. **Ensaio de controlo de qualidade em sabões e sabonetes**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Minho (Escola de Ciências), Guimarães – PT, 2015.
- LIRA, Gilso Blanco *et al.* Processos de extração e usos industriais de óleos de andirobae açai: uma revisão. **Revista Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 1-15, 2021.
- LUCCHETTI, Maria T. *et al.* The Role of Environmental Evaluation within Circular Economy: An Application of Life Cycle Assessment (LCA) Method in the Detergents Sector. **Science**, v. 23, n. 2, p. 238-257, 2019.
- MACEDO, L. G. M. D.; SILVA, U. R. D. L.; SOARES, A. A.; MELO, D. C. D. M. Produção de sabão ecológico a partir de óleo reciclado. **EXPOTEC**, 2017.

- MASIERO, Jessica Fagionato *et al.* Óleos vegetais em preparações farmacêuticas ecosméticas de nanocarreadores à base de lipídios. **Revista Culturas e Produtos Industriais**, v. 170, p. 13- 38, 2021.
- MIGUEL, Antonio Carlos; FRANCO, Débora M. Bueno. Logística Reversa do óleo de cozinha usado. **Revista Científica FAESP**, v. 16, n. 9, p. 03-11, 2014.
- NAKAGAMI, Izabella Ayume; PINTO, Liliane Pereira. Beleza sustentável: ativos naturais na formulação de cosméticos orgânicos. **Rev. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 2, p.1-15, 2019.
- NORONHA, Patricia Maia. Transformando resíduos em sabão. **Nature**, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-022-01817-6>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2024.
- NOVAES, Patrícia Calixto; MACHADO, Alexandre M. Batista; LACERDA, FábioVieira. Consumo e Descarte do Óleo Comestível em um Município do sul de Minas Gerais. **Revista Ciências em Saúde**, v. 4, n. 3, p. 33-40, 2014.
- ÓLEO USADO NO MCDONALD'S VIRA BIODIESEL E PRODUTOS DE LIMPEZA. **Aprobio**, 2017. Disponível em: <https://aprobio.com.br/noticia/oleo-usado-no-mcdonalds-vira-biodiesel-e-produtos-de-limpeza>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2024.
- OLIVEIRA, Jairo Pinto. **Estudo da geração de biodiesel a partir de resíduos oleosos do saneamento ambiental**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.
- OLIVEIRA, Wenya Aparecida Fernandes *et al.*,. Elaboração e Análises Físico-Químicas de Sabão Produzido com Óleo Residual de Fritura. **Boletim Técnico IFTM**, Uberaba-MG, v. 7, p. 35-42, 2021.
- PIRES, João Guilherme Silva; ALVES, Josinete Salvador. Preparação e avaliação da estabilidade de sabonete caseiro à base de coco. *In*: Encontro de Iniciação Científica do Centro Universitário Barão de Mauá, 12., 2018, Ribeirão Preto. **Anais [...]** Ribeirão Preto: Centro Universitário Barão de Mauá, 2018. v. 4. p. 4.

PITTA JUNIOR, O. S. R. *et al.* Reciclagem do óleo de cozinha usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo. **2ns International Workshop – Advences in Cleaner Production**, 2009. São Paulo, Brasil. 1-21.

RABELO, R. A.; FERREIRA, O. M. 2008. Coleta seletiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial. **Universidade Católica de Goiás**, p. 1-21.

REIS, Yasmin Louvain dos. **Caracterização de óleos vegetais com potencial uso cosmético**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Farmacêuticas, Bacharel em Farmácia. Macaé, pag. 68, 2022.

RICHNAK, Patrik; GUBOVA, Klaudia. Green and Reverse Logistics in Conditions of Sustainable Development in Enterprises in Slovakia. **Sustainability**, v. 13, p. 1-23, 2021.

ROMERO, Adriano Lopes *et al.* Educação Ambiental e sustentabilidade por meio da produção de sabão: relatos de diferentes experiências extensionistas. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, p. 144-158, 2022.

RUSDIANTO, Andrem Setiawan *et al.* The Characteristics of Liquid Soap with Additional Variations of Moringa Seed Extract (*Moringa oleifera* L.). **International Journal on Food, Agriculture, and Natural Resources**, v. 02, n. 03, p. 5-11, 2021.

SCARAMUSSA, Eduarda Rubira; ABREU, João Pedro Carlette Pinheiro; RIBEIRO, Lucas Carvalho. **Padronização de métodos para fabricação de sabão artesanal a partir de resíduo de óleo vegetal usado em frituras**. 2024. 51 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Química Industrial) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Aracruz, 2024.

SHREVE, R. Norris; BRINK-JUNIOR, Joseph A. **Indústrias de processos químicos**. 1.ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Dois S.A.**, 1980.

SILVA, Erickson Fabiano Moura Sousa. **Desenvolvimento de lubrificantes verdes: adição de nanopartículas a óleos vegetais e estudo dos desempenhos**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha

Solteira. Área de conhecimento: Mecânica dos Sólidos. Ilha Solteira, pag. 153, 2023.

SOUZA-FERRARI, Jailton de *et al.* Produção artesanal de sabões, tintas e velas ecológicas a partir de óleo residual de fritura como estratégia de educação ambiental. **Revista Extensão em Foco**, Palotina, n. 27, p. 311-330, ago./dez., 2022.

TESCAROLLO, I. L. *et al.* Proposta para avaliação da qualidade de sabão ecológico produzido a partir do óleo vegetal residual. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 871-880, 2015.

THODE FILHO S. *et al.* Tecnologia ambiental aplicada ao gerenciamento e processamento do óleo vegetal residual no estado do Rio de Janeiro. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 15, n. 15, p. 3026-3035, 2013.

VOGEL, Natália; ZIMMER, Cíntia Gabriely. Sabão Ecológico: desenvolvimento de uma metodologia simples para ser replicada. **Revista Viver IFRS**, v. 6, n. 6, p. 32-38, 2018.

WILDNER, Loreni Beatriz Arnold, HILLING, Clayton. Reciclagem de óleo comestível e fabricação de sabão como instrumentos de educação ambiental. **Educação e Tecnologia Ambiental**, Rio Grande do Sul, v. 5, n. 5, p. 813-824, 2012.

YAMAGUCHI, Klenicy Kazumy de Lima; SOUZA, Erica da Silva. Uso de Pequiá (*Carvocar villosum*) como fonte de produtos biotecnológicos. **Revista Ens. Saúde Biot. Am.**, v.3, n.1, p. 01-03, 2021.

ZAHARAN, Hamdy A. From Fat to Foam: The Fascinating World of Soap Chemistry and Technology. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 67, n. 6, p. 9-17, 2024.

ZAYED, Leila *et al.* Utilizing Used Cooking Oil and Organic Waste: A Sustainable Approach to Soap Production. **Processes**, v. 12, p. 1279-1292, 2024.

ZUCATTO, Luís Carlos; WELLE, Iara; SILVA, Tania Nunes. Cadeia Reversa do

Óleode Cozinha: Coordenação, Estrutura e Aspectos Relacionados. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 1-12, 2013.