

Elaboração e Análises Físico-Químicas de Sabão Produzido com Óleo Residual de Fritura

Wenya Aparecida Fernandes Oliveira

*Tecnóloga em Alimentos
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM)*

Carla Regina Amorim dos Anjos Queiroz

*Doutora em Agronomia
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM)*

Eduardo Santos Almeida

*Doutor em Química
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM)*

Claudia Maria Tomas Melo

*Doutora em Engenharia Mecânica
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM)*

Resumo

O descarte inapropriado do óleo residual de cozinhas domésticas e estabelecimentos comerciais ocorre diariamente, sendo descartados nas pias ou até em vasos sanitários, indo parar no sistema de esgoto, causando danos para o meio ambiente, mau cheiro, entupimento de canalizações, entre outros. O reaproveitamento do óleo residual promove a redução do descarte deste resíduo no meio ambiente, gerando renda e incentivando a reciclagem de resíduos domésticos e/ou industriais. Baseado nesta problemática, este projeto teve como objetivo reaproveitar o óleo residual de frituras para elaboração de formulações de sabão de baixo custo e realizar análises físico-químicas para verificar a qualidade dos produtos. Foram produzidas 4 formulações (tratamentos) com 5 repetições. As análises de pH e índice de saponificação, para verificar a qualidade das formulações produzidas, foram realizadas em duplicata. O pH e índice de saponificação foram determinados utilizando, respectivamente, pHmetro digital e titulação com ácido clorídrico 0,5 mol/L. Verificou-se, por meio dos resultados experimentais, que as formulações foram de fácil elaboração, gerando sabões de bom aspecto, textura e cor. Verificou-se, ainda, que não houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações em relação ao pH (média igual a 11,58) e ao índice de saponificação (média de 21,15 mg KOH.g⁻¹).

Palavras-chave: Reaproveitamento. Formulação. Resíduo. Poluição. pH. Índice de Saponificação.

Abstract

The inappropriate disposal of residual oil from domestic kitchens and commercial establish-

ments occurs daily and these are discarded in sinks or even in toilets, going into the sewer system, causing damage to the environment, bad smell, clogging of pipes, among others. The reuse of residual oil promotes a reduction in the disposal of this waste in the environment, generating income and encouraging the recycling of domestic and/or industrial waste. Based on this issue, this project aimed to reuse the residual oil from frying for the preparation of low-cost soap formulations and perform physicochemical analyzes to verify the quality of the products. 4 formulations (treatments) with 5 repetitions were produced. Analyzes of pH and saponification index, to verify the quality of the formulations produced, were performed in duplicate. The pH and saponification index were determined using, respectively, a digital pH meter and titration with 0.5 mol/L hydrochloric acid. It was verified through the experimental results that the formulations were of easy elaboration, generating soaps with good appearance, texture and color. It was found that there was no statistical difference ($p < 0.05$) between the formulations in relation to pH (mean equal to 11.58) and saponification index (mean 21.15 mg KOH.g⁻¹).

Key words: Reuse. Formulation. Waste. Pollution. pH. Saponification Index.

Revisão da Literatura

Estimativas sobre o consumo de óleo de cozinha no Brasil indicam que o descarte inadequado do produto pode atingir cerca de 700 milhões de litros ao ano, representando um grande potencial de contaminação dos recursos hídricos, de impacto sobre o meio ambiente e de gastos na manutenção da rede de esgoto e de água (SEMAE,

2017) e, de acordo com o gerente de Tratamento de Esgoto do Dmae (Uberlândia, MG) Marcelo Costa, o descarte incorreto de óleo na rede de esgoto é um dos principais causadores de problemas como entupimento e refluxo. Segundo ele, “o óleo usado descartado na rede funciona como uma cola que, junto a outros materiais, como fio de cabelo, fio dental e plástico, formam uma camada espessa que acaba entupindo a rede” (CERCA DE, 2019)

O lançamento de óleo residual nos ralos das residências e indústrias promovem o entupimento da rede, prejudicando o funcionamento das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), e, para retirar o óleo, são necessários produtos químicos altamente tóxicos, o que cria uma cadeia perniciosa. Quando lançados nos corpos de água, os óleos e gorduras, promovem a poluição das águas devido ao óleo que fica na superfície, criando uma barreira que dificulta a entrada da luz e bloqueia a oxigenação da água (OLIVEIRA et al., 2014).

O resíduo do óleo de cozinha, gerado diariamente nos lares, indústrias e estabelecimentos do país, devido à falta de informação da população, acaba sendo despejado diretamente nas águas, como em rios e riachos ou simplesmente em pias e vasos sanitários. Dessa forma, alcança os sistemas de esgoto causando danos e o entupimento dos canos e o encarecimento dos processos de tratamento de efluentes nas estações, além de acarretar poluição do meio aquático, ou, ainda, no lixo doméstico – contribuindo para o aumento das áreas dos aterros sanitários (KUNZLER; SCHIRMANN, 2011).

O despejo de óleo residual na rede de esgoto provoca graves danos ambientais, além de grandes prejuízos para a infraestrutura de drenagem das cidades (ALVES, 2010; DIB, 2010; SABESP, 2011; OLIVEIRA, 2013; SILVA; NETO, 2013; MATAVEL, 2015; COSTA NETO et al., 2000;)

A Resolução nº 275 de 25 de abril de 2001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA estabelece que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país, para reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais, descarte de óleo de cozinha, usado no ralo da pia, direto na rede de esgoto (BRASIL, 2001).

Muitos projetos referentes à reciclagem de óleo têm por finalidade promover a consciência ambiental em todos os setores envolvidos, desde os seus idealizadores, até aqueles que, de alguma maneira, possam contribuir, doando o óleo de cozinha usado, para que este tenha uma destinação ecologicamente correta, pois, ao se jogar o óleo usado na pia, está se causando um enorme impacto ao meio ambiente (SOUZA; SOUZA; RESENDE, 2014).

No Distrito Federal, a Embrapa Agroenergia, a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) e a União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene (UBRABIO) estruturaram o projeto M.O.V.E.R. – Meu Óleo Vira Energia Renovável, para a cadeia produtiva do biodiesel no país e a importância do aproveitamento do óleo residual como matéria-prima para a produção de biodiesel. Por meio

da coleta e da reutilização, o óleo deixa de ser um problema ambiental, que polui as águas e provoca entupimentos na rede de esgoto, para tornar-se uma solução em energia renovável. O óleo coletado no DF será transformado em biodiesel em uma usina demonstrativa que está em fase final de montagem, com recursos da FINEP, dentro do projeto BIOFRITO, liderado pela Embrapa Agroenergia em parceria com a CAESB (MENOS RESÍDUO, 2018).

A ADM do Brasil – uma das maiores empresas do agronegócio no Brasil, que atua no processamento e comercialização de óleos vegetais, também está lançando um aplicativo que facilita o sistema de coleta do produto nas residências paulistanas (ÓLEO DE COZINHA, 2020)

Há vários projetos de reciclagem do óleo de fritura sendo desenvolvidos (KUNZLER; SCHIRMANN, 2011; VELOSO et al., 2012; WILDNER; HILLIG, 2012; THODE FILHO et al.; 2013; MATAVEL, 2015; SANTOS et al.; 2015;), com o propósito de reciclar e/ou promover educação e conscientização ambiental.

Enquanto o Brasil recicla 98% das latinhas de alumínio que utiliza, apenas 2% do óleo de fritura ainda é reaproveitado. Nesse cenário, o biodiesel brasileiro e a fabricação de sabão são aliados na eliminação do óleo de fritura como passivo ambiental, uma vez que o descarte inapropriado desses óleos já utilizados produz grandes danos ao meio ambiente, além de altos custos para a sua remediação. Se jogado pelo ralo da pia, provoca o entupimento das tubulações nas redes de esgoto, aumentando em até 45% os custos de tratamento, e, se lançado no corpo receptor (rios e lagos), pode provocar até a morte da biota aquática (BIODIESEL, 2014; COLLARES, 2014).

A Figura 1 ilustra uma etapa incorreta de descarte do óleo residual de frituras e suas consequências para o meio ambiente.

Figura 1: Esquema do descarte de óleo no meio ambiente e suas consequências.



Fonte: (RABELO; FERREIRA, 2008; BIOCOLETA, 2019).

O óleo residual de fritura caracteriza-se por possuir elevada viscosidade e acidez, alto grau de calor específico e odor desagradável. Quando descartado de maneira inadequada (Figura 2), sem obedecer às condições mínimas de segregação, constitui-se um dos resíduos domésticos mais perigosos (SABESP, 2011; OLIVEIRA, 2013; ZUCATTO et al., 2013).

Figura 2: Esquema do descarte incorreto de óleo residual de fritura.



Fonte: (BIOCOLETA, 2019)

Normalmente, o óleo mistura-se com a matéria orgânica, forma crostas e retém resíduos sólidos, que obstruem as tubulações e as caixas de gordura. Esses entupimentos aumentam as pressões internas das tubulações, que podem romper-se e contaminar o solo e o lençol freático (DIB, 2010; SABESP, 2011; OLIVEIRA, 2013).

Segundo Matavel (2015), a maioria do óleo residual de fritura (ORF) gerado na cidade de Maputo (ES) volta a ser reutilizado por grande parte da população das classes sociais baixa e média, na elaboração dos seus alimentos, seja devido à falta de recursos financeiros para comprar óleo vegetal, ou como forma de economia doméstica. Há também um percentual de ORF comercializado no mercado informal para as fábricas de sabão existindo, deste modo, uma pequena quantidade de ORF descartada na rede de esgoto ou depositado na lixeira. Este fato acontece, pois tanto em nível nacional quanto municipal não existe nenhuma legislação que exija a segregação deste resíduo em específico. Em nível municipal da cidade de Maputo, a referência do ORF como um resíduo encontra-se apenas no documento de proposta do plano de combate à poluição ambiental municipal, cujo texto aponta que o encanamento de óleos e gorduras acumulados nas caixas de esgoto das cozinhas representa um risco de contaminar a água dos corpos receptores, por aumentar as cargas dos poluentes dos lixiviados, produzidos em lixeiras.

Heinzen e Junglos (2013) desenvolveram o projeto “Empreendedorismo na Escola: Projeto Sabão Ecológico” a partir de uma reunião na Secretaria da Educação de Presidente Getúlio em Santa Catarina. O projeto envolveu diretamente discentes,

professores e servidores de uma escola estadual, com o propósito maior, além da própria fabricação de sabão, que foi o de mobilizar o espírito empreendedor de professores e alunos, no decorrer do ano de 2013. O projeto, além de despertar o espírito empreendedor, interliga a educação ambiental, turismo e educação para o trânsito, objetivando que a educação vá além da boa qualidade, que ela seja uma educação de excelência.

Segundo a engenheira química do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Ana Carolina Duarte, “o sabão produzido de maneira artesanal com o óleo de cozinha usado vai contribuir no combate da poluição e contaminação dos esgotos. Entender o processo químico da transformação do óleo para o sabão é enxergar a solução dos problemas que enfrentamos hoje” (MOURA, 2014).

Através de pequenos projetos de pesquisa ou grandes projetos de reciclagem do ORF, busca-se a sustentabilidade e, em consequência, a educação ambiental que é o pilar das sociedades futuras (WILDNER; HILLIG, 2012). Segundo Thode Filho e colaboradores (2013), a produção artesanal de sabão utilizando o óleo vegetal residual é uma medida mitigadora que reduz o impacto ambiental pós-consumo.

Baseado na importância da reciclagem de resíduos com potencial poluidor, este projeto teve como objetivo produzir e avaliar formulações de sabões sólidos utilizando óleo residual de frituras.

Metodologia

Procedimento experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório de Físico-química do Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberlândia, utilizando amostras de óleo residual de fritura coletada em alguns estabelecimentos comerciais geradores. O óleo residual foi coletado em garrafas pet e levados para o laboratório. Foram testadas várias formulações de sabão dispostas em trabalhos científicos e na internet. Entre as formulações testadas, 4 foram escolhidas e realizou-se 5 bateladas de cada formulação, ou seja, 5 repetições. Foram realizadas análises físico-químicas de pH e índice de saponificação de todas as formulações (Tabela 01) para verificar a qualidade do produto obtido.

Tabela 01: Reagentes e quantidades utilizadas nas formulações

Ingredientes	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Óleo residual (mL)	300,0	300,0	300,0	300,0
Água (mL)	4,0	120,0	85,7	69,0
Soda cáustica (g)	40,5	60,0	42,9	45,0
Álcool (mL)	7,5	7,5	8	15
NaCl (g)	-	-	21,4	-
Amaciante (mL)	-	12,0	-	-
Vinagre	-	-	6,4	-

A elaboração de cada uma das formulações foi realizada em pequena escala, utilizando-se um béquer de 2,0 L e um bastão de madeira para homogeneização da mistura.

Inicialmente, o hidróxido de sódio foi dissolvido em água dentro da capela, realizando-se a mistura até dissolução total. Posteriormente, foram adicionados os demais reagentes com homogeneização contínua até consistência de sabão.

Análises físico-químicas das formulações

As análises físico-químicas foram realizadas para verificar a qualidade dos sabões produzidos e para verificar diferença significativa entre as formulações.

Determinação do pH

A alcalinidade, quando mantida sob controle, permite a remoção de sujeiras e aumenta o poder de detergência do sabão acabado. Um teor controlado deste parâmetro contribui para a elevação do poder espumante, emulgente e molhante do produto final. Como a alcalinidade está diretamente ligada ao pH do sabão, foi realizada análise deste parâmetro e, para a medida do pH, primeiramente calibrou-se o pHmetro (Gehaka, PG-2000) com solução tampão 7,0 e 10,0, conforme manual do equipamento. Em seguida, pesou-se 3,0 g da amostra de sabão e dissolveu-a em 100 mL de água destilada. O eletrodo de vidro foi inserido na solução obtida para a realização da medida e aguardou-se a estabilização do valor de pH e temperatura no display do equipamento.

Índice de saponificação

A determinação do índice de saponificação do sabão foi realizada para verificar, no produto final, a influência da qualidade do óleo residual de fritura nas diferentes formulações de sabão produzidas nesta pesquisa.

Para determinar o índice de saponificação, pesou-se 3,0 g da amostra de sabão, adicionou-se 25,0 mL de KOH 0,5 mol.L⁻¹. A mistura foi aquecida em manta de aquecimento por 30 minutos à temperatura de 80°C e, depois, foi titulada com ácido clorídrico 0,5 mol L⁻¹. Para o branco, substituiu-se a amostra por 3,0 mL de água destilada e seguiu-se conforme as análises das amostras de sabão. O índice de saponificação (I.S) foi calculado pela Equação (01).

$$I.S = \frac{(V_b - V_a) \times N_{HCl} \times f_{c_{HCl}} \times PM_{KOH}}{m_a} \quad (01)$$

Onde:

- V_b – volume de HCl gasto na titulação do branco, mL;
- V_a – volume de HCl gasto na titulação da amostra, mL;
- N_{HCl} – normalidade da solução do ácido clorídrico;
- f_{c_{HCl}} – Fator de correção do HCl;
- PM_{KOH} – Peso molecular do KOH = 56,10 g mol⁻¹;
- m_a – massa da amostra, em g;

Análise Estatística

Para o tratamento estatístico dos dados experimentais das análises físico-químicas, foi utilizado o software Agroestat, sendo considerado um Delineamento Inteiramente Casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Foi realizada análise de variância e, para comparação de médias, foi utilizado o teste de Tukey (MALDONADO JUNIOR, 2019).

Resultados e Discussão

Formulações de sabões

As amostras de sabão elaboradas (Figura 3) apresentaram boa aparência, consistência e coloração, indicando a viabilidade de uso em processos de limpeza domésticos e aceitação pelo consumidor. Tanto a aparência, a consistência como a coloração foram observadas empiricamente.

Figura 3: Amostras prontas das formulações de sabão realizadas em duplicata.

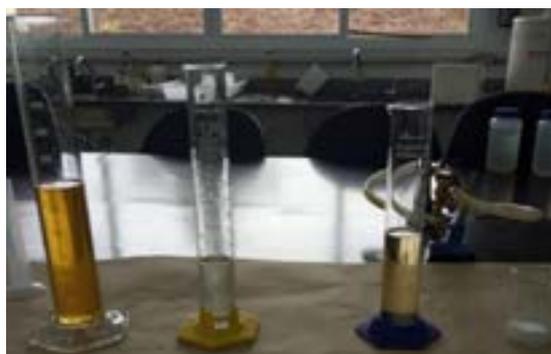


Fonte: os autores.

A Figura 3 ilustra quatro formulações, obtidas em duplicata, para realização das análises físico químicas, com rótulos contendo identificação dos tratamentos e data de produção de cada uma delas.

A Figura 4 ilustra o preparo com a medida dos ingredientes utilizados na elaboração das formulações de sabão com óleo residual de fritura.

Figura 4: Medidas dos reagentes para elaboração dos sabões.



Fonte: os autores.

Em relação aos custos de obtenção das formulações, embora não fosse objetivo direto da pesquisa, verificou-se que a formulação com menor custo foi a 1, seguida da 3, 4 e 2, levando em conta apenas o custo do hidróxido de sódio e, depois, dos componentes alternativos, vinagre, sal e amaciante, pois o volume de óleo residual utilizado foi padronizado.

Não foi analisado o rendimento de cada formulação; portanto, não é possível definir com certeza o custo de cada formulação, apenas fazer uma estimativa geral.

Análises físico-químicas

Em relação ao pH (Tabela 02), verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos (formulações) ($p < 0,05$), sendo o pH médio igual a 11,58, valor de pH bastante elevado. O pH obtido não teve interferência dos ingredientes utilizados (vinagre, sal, amaciante) e nem da quantidade de água adicionada nas formulações elaboradas. Os altos valores de pH indicam que deveria ser utilizado menos hidróxido de sódio nas formulações dos sabões, pois pH mais elevado indica maior porcentagem de hidróxido de sódio nas formulações. Embora pH mais elevados indiquem maior poder de limpeza, o sabão torna-se mais agressivo para a pele, em casos de uso diário, isto poderia prejudicar quem o utiliza.

Vineyard e Freitas (2014) também realizaram estudos com diferentes formulações de sabão e verificaram que o pH médio das amostras variou de 9,80 a 10,10, valores de pH menores do que os obtidos nesta pesquisa. A RDC nº40 de junho de 2008 especifica que o pH para produtos de limpeza como sabão deve ficar entre 5,5 e 9,5. Portanto, todas as formulações elaboradas não atenderiam a esta legislação.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os sabões são classificados como saneantes com a finalidade de produtos de limpeza e afins, pertencentes aos produtos de grau de Risco I e devem apresentar pH, na forma pura, em diluição a 1% p/p à temperatura de 25°C, seja maior que 2 e menor que 11,5. As formulações de sabão elaboradas apresentaram pH muito próximos ao limite superior permitido pela ANVISA, indicando que, sempre que possível, deve haver a redução da quantidade de hidróxido de sódio utilizada na formulação deste produto (CAOBIANCO, 2015). Segundo Oliveira et al. (2017), a alcalinidade de sabões pode ser reduzida com a utilização de vinagre e/ou suco de limão. Em algumas das formulações produzidas pelos autores, o pH do sabão foi 13,27 mesmo com a adição de quantidade padrão de vinagre.

As Figuras 5 e 6 ilustram, respectivamente, o preparo das amostras para determinação do pH e o preparo para análise das amostras em aquecimento e refluxo para análise do índice de saponificação.

Figura 5: Preparo das amostras para medidas do pH.



Fonte: os autores.

Figura 6: Etapas para a análise do índice de saponificação.



Fonte: os autores.

A Tabela 02 apresenta os resultados médios de pH e índice de saponificação de todas as formulações.

Tabela 02: Resultados médios de pH e índice de saponificação.

Tratamentos	I.S. (mg KOH g ⁻¹)*ns	pH*ns
1	29,91 ± 3,52 a	11,30 ± 0,68 a
2	20,12 ± 6,11 a	11,95 ± 0,88 a
3	15,70 ± 2,60 a	11,65 ± 0,43 a
4	18,86 ± 3,16 a	11,43 ± 0,85 a
Média	21,15 ± 6,13	11,58 ± 0,28

*ns: não-significativo a 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Verificou-se, através dos resultados obtidos, que o índice de saponificação (IS) médio das formulações avaliadas foi de 21,15 ± 6,13 mg de KOH g⁻¹, sendo que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. O Índice de saponificação indica a quantidade relativa de ácidos graxos de alto e baixo peso molecular, estando relacionado, portanto, com a qualidade ou tipo de óleo utilizado na fabricação das formulações de sabão. Indiretamente, verificou-se, nas formulações produzidas, que o índice de saponificação das gorduras utilizadas na fabricação deste produto apresentou valores bastante próximos, que são iguais estatisticamente. Este parâmetro é importante na formulação do sabão porque através dele é possível calcular, para uma dada quantidade de óleo, a quantidade de álcalis necessários para a reação (CAOBIANCO, 2015; CASTRO, 2009).

O índice de saponificação está relacionado com o tamanho das cadeias de ácidos graxos do óleo utilizado na fabricação das formulações de sabão e, portanto, pode ter relação direta com a consistência, o que não foi analisado nesta pesquisa.

Em estudos sobre a elaboração de sabões, também seria importante analisar o índice de acidez, análise que verifica se todos os ácidos graxos livres foram saponificados. Ter mais ácidos graxos livres no sabão significa ter menos sais de ácidos carboxílicos para a remoção de sujidades. O ácido graxo livre é polar e não interage com a água na remoção das sujidades.

Motta et al. (2017) verificaram em seus estudos que a produção de sabão caseiro, a partir de óleo de cozinha usado, tornou-se prática comum, apresentando benefícios, como proteção ao meio ambiente e redução de gastos com produtos de limpeza, mas sua produção apresenta falhas na segurança devido a procedimentos incorretos. Após acompanhar a produção do sabão em várias residências do município de Ponta Nova-MG, observaram o desconhecimento relativos à segurança no manuseio de soda cáustica, produção e utilização do sabão extremamente alcalino.

Vale lembrar que a utilização de óleo residual de frituras para elaboração de sabão é uma alternativa viável, além do baixo custo de produção, pois há um bem maior envolvido na produção de sabão a partir de óleo residual de fritura que é a reciclagem de um resíduo altamente poluente ao meio ambiente, atendendo ao princípio da química verde. Projetos de pesquisa com formulações adequadas e seguras, com cartilhas de manuseio e produção, aliados a projetos de extensão que levem informação correta a comunidades selecionadas e/ou motivem ao micro empreendedorismo, podem ser os pilares para a educação ambiental, geração de renda, aproveitamento de resíduo e preservação ambiental. Projetos de incentivo ao reaproveitamento deste produto devem ser elaborados e implantados, desde as escolas municipais e estaduais às Universidades, diretorias de bairros, até as prefeituras com incentivos àqueles que geram e descartam de forma correta, estendendo àqueles que podem reciclar este resíduo.

Outra forma de aproveitamento seria a produção de brindes, com a elaboração de sabão de boa aparência e com embalagens atrativas a serem distribuídos pelos estabelecimentos geradores, ou mesmo outros setores industriais, embora ainda seja necessário a regulamentação para a comercialização deste tipo de sabão.

Conclusão

As diferentes formulações utilizadas na elaboração de sabão sólido, testadas nesta pesquisa, apresentaram a mesma qualidade em termos de pH e índice de saponificação, que são parâmetros utilizados para o controle de qualidade deste tipo de produto. Como a RDC nº 40 de 2008 especifica que o pH dos sabões deve estar na faixa de 5,5 a 9,5 e a ANVISA especifica a faixa de 2 a 11,5, dependendo do tipo de produto, é importante realizar testes experimentais, buscando reduzir o

pH das formulações, garantindo a segurança do usuário deste tipo de produto, já que a alta alcalinidade pode provocar ressecamento da pele entre outros inconvenientes.

Verifica-se a viabilidade da reciclagem de óleo residual como forma de evitar ou reduzir o descarte de resíduos indesejáveis no meio ambiente, além da geração de um produto utilizável no dia a dia, atendendo ao princípio da química verde.

Referências

ALVES, G. C. S. **Utilização dos óleos de fritura para produção de biodiesel**. 2010. 59 f. Trabalho de final de curso (Licenciatura em Tecnologia em Biocombustíveis) - Faculdade De Tecnologia De Araçatuba, Araçatuba, 2010.

BIOCOLETA, 2019. Disponível em <http://biocoleta.com/novosite/impactos-ambientais-causados-pelo-oleo-usado-de-fritura>. Acesso em: 28 nov. 2019.

BIODIESEL. Programa Nacional de produção e uso de biodiesel. **Óleo de fritura usado**. 2014. Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/plantas/oleo-fritura-usado.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. Resolução Conama nº 275, de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 117-E, Seção 1, p. 80, 19 jun. 2001.

CASTRO, H.F. **Processos Químicos Industriais II: Óleos e gorduras**. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena, 2009.

CERCA DE 180 LITROS DE ÓLEO SÃO DESCARTADOS DE FORMA IRREGULAR POR HORA EM UBERLÂNDIA, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2019/06/02/cerca-de-180-litros-de-oleo-sao-descartados-de-forma-irregular-por-hora-em-uberlandia.ghtml>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

CAOBIANCO, G. **Produção de sabão a partir do óleo vegetal utilizado em frituras, óleo de babaçu e sebo bovino e análise qualitativa dos produtos obtidos**. 2015. Lorena. Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Lorena EEL/USP, Lorena, SP, 2015. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2015/MIQ15012.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2021.

COLLARES, D. G. **Reaproveitamento do óleo residual de fritura**: Embrapa Agroenergia, 2014. Disponível em: <<http://energiaparavida.org/reaproveitamento-do-oleo-residual-de-fritura-menos-residuos-mais-energia>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L.; ZAGONEL, G.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, p. 531-537, 2000.

DIB, F. H. **Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias Mecânica) - Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho", São Paulo, 2010.

HEINZEN, C. K.; JUNGLOS, S. **Empreendedorismo na escola projeto sabão ecológico**. Prêmio AMAVI de Educação. 2013. Qualidade em Gestão e Qualidade na prática da Docência. Disponível em: <<https://www.amavi.org.br/arquivo/areas-tecnicas/educacao-desporto/2013/anais/docencia/Empreendedorismo-na-Escola-Projeto-Sabao-Ecolgico.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2020.

KUNZLER, A.A.; SCHIRMANN, A. **Proposta de reciclagem para óleos residuais de cozinha a partir da fabricação de sabão**. 2011. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

MALDONADO JÚNIOR, W. **Software para análises estatísticas**. Disponível online: <<http://www.agroestat.com.br>>. Publicado em 2019. Acesso em: ago.2020.

MATAVEL, N.I. **Logística reversa do óleo residual de fritura para produção de biodiesel do distrito municipal de Kampfumo-Cidade de Maputo**. 2015. 134 f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus, 2015.

MENOS RESÍDUO MAIS ENERGIA, 2018. Disponível em: <<https://ubrabilio.com.br/wp-content/uploads/2018/04/MOVERMenosResiduomaisenergia.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

MOTTA, B.C.; MAYRINK, M.I.C.B.; REIS, E.L.; PESSOTTI, J.H.; CARMO, M.C.; SILVA, J.S. **Medidas de prevenção e correção na produção e consumo de sabão obtido de óleo residual no município de Ponte Nova-MG**. 2017. Anais Megatendências: Desafios e oportunidades para o futuro da química. Gramado, RS, 2017.

MOURA, L. **Sabão Ecológico é alternativa sustentável à poluição do meio ambiente**. 2014. Disponível em: <<http://www.fapeam.am.gov.br/sabao-ecologico-e-alternativa-sustentavel-a-poluicao-do-meio-ambiente>> Acesso em: 28 out. 2010.

ÓLEO DE COZINHA, 2016. Disponível em: <<https://www.sambiental.com.br/noticias/adm-lanca-app-para-incentivar-descarte-correto>>. Acesso em: 28 out. 2020.

OLIVEIRA, J. P de; ANTUNES, P. W. P.; PINOTTI, L. M.; CASSINI, S.T. A. Caracterização físico-química de resíduos oleosos do saneamento e dos óleos e graxas extraídos visando a conversão em biocombustíveis. **Química Nova**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 597-602, 2014.

OLIVEIRA, J. P. **Estudo da geração de biodiesel a partir de resíduos oleosos do saneamento ambiental**. 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.

RABELO, R. A.; FERREIRA, O. M. **Coleta seletiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial**. 2008. Disponível em: <<https://www.pucgoias.edu.br/>>. Acesso em: 14 nov. 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). 2011. **Reciclagem de óleo de cozinha**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

SANTOS, F. C.; XAVIER, E. F.; FARIAS, V. N. C. **Produção de sabão e detergente biodegradável através do óleo de cozinha usado**. In XIII CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO, 2015. Anais. Recife, 2015.

SILVA, T. A. R., NETO, W. B. Estudo da Redução da Acidez do Óleo Residual para a Produção de Biodiesel Utilizando Planejamento Fatorial Fracionado. **Revista Virtual de Química**, São Paulo, v.5, n. 5, p.828-839, 2013.

SOUZA, S. C.; SOUZA, L. P.; RESENDE, F. M de. **Educação tecnológica-ambiental para a reciclagem do óleo de cozinha na produção de sabão líquido ecológico**. In XV ENCONTRO DE EXTENSÃO- ENEX, 2014. Anais Ética e formação Humana: Compartilhando Saberes, 2014. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/XVENEX/resumos/tecnologia/305/Artigo_do_Enex-Silvania,Luana_e_Fabio.pdf>. Acesso 20 out. 2020.

SEMAE RETOMA O PROJETO ÓLEO. 2017 Disponível em: <<https://www.camposnovos.sc.gov.br/noticias/index/ver/codMapaltem/6494/codNoticia/406616>> Acesso em: 18 mai. 2018.

THODE FILHO, S.; DE SENA, M. F. M.; DA SILVA, E. R.; CABRAL, G. B.; MARANHÃO, F. S. Sistema de análise estequiométrica para produção de sabão a partir do óleo vegetal residual: uma estratégia para redução do impacto ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** - REGET, Santa Maria, v. 15, n. 15, p. 3019- 3025, 2013.

VELOSO, Y. M. S.; FREITAS, L. F. L.; AMARAL FILHO, J. H. B.; SANTOS, I. T.; LEITE, M. S.; ARAUJO, P. J. L. Rotas para reutilização de óleos residuais de fritura. **Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas**, Sergipe, v.1, n.15, p. 11-18, out. 2012.

VINEYARD, P. M.; FREITAS, P. A. M. **Estudo e caracterização do processo de fabricação de sabão utilizando diferentes óleos vegetais**. In 38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Águas de Lindóia, v. 25, 2014.

WILDNER, L. B. A.; HILLIG, C. Reciclagem de óleo comestível e fabricação de sabão como instrumentos de educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, RS, v. 5, n. 5, p. 813 - 824, 2012.

ZUCATTO, L. C.; WELLE, I.; SILVA, T. N. Cadeia Reversa do Óleo de Cozinha: Coordenação, Estrutura e Aspectos Relacionados. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 1-12. 2013.