

# REAPROVEITAMENTO DO ÓLEO DE COZINHA USADO PARA SUA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA EM MATERIAIS DE VALOR AGREGADO

## *REUSE OF USED COOKING OIL FOR CHEMICAL TRANSFORMATION INTO VALUE-ADDED MATERIALS*

**Roberto Xavier de Almeida, Luiza Miranda Pernambuco, Andrea Luzia Ferreira de Souza, Maria Clara Curvello Lima, Naoli Rosa Gomes, Arthur Simões Lozório Canal, Pedro Henrique Alves da Silva**

### RESUMO

O reaproveitamento de rejeitos de óleos vegetais além de poder contribuir para a diminuição do uso de derivados do petróleo, consegue evitar a contaminação ambiental pelo descarte indevido. Notam-se mudanças climáticas que são cada vez mais profundas e têm gerado cada vez mais frequentes desastres nos últimos anos, como as tragédias das chuvas na cidade de Teresópolis (2011) e em Petrópolis (2022). O consumo de combustíveis fósseis contribui fortemente para desequilíbrios ambientais, como o aquecimento global, mas também pela emissão de gases tóxicos de enxofre, que podem promover chuva-ácida, além de particulados contendo metais potencialmente tóxicos, como chumbo e mercúrio. Outro ponto a ser abordado é a eliminação de rejeitos domésticos e industriais como responsáveis por impactos significativos. Não somente as águas, mas o solo também é afetado quando não houver estudo do impacto causado para a eliminação direta destes rejeitos. Como contrapartida, produtos de valor agregado podem ser desenvolvidos a partir de matéria-prima reaproveitada, como óleos vegetais, gerando baixos custos de produção facilitando o acesso da população menos favorecida a materiais de limpeza (*e.g.*), combustíveis e outros derivados, com o benefício adicional de uma melhoria na qualidade de vida da sociedade, como um todo. Este trabalho propõe a abordagem de reciclagem de óleo vegetal – especialmente óleo de soja – para obtenção de materiais de valor agregado, um caso em que todos ganham social, econômica e ambientalmente.

**Palavras-chave:** Óleo vegetais (óleo de soja), reciclagem, sustentabilidade, química verde, relevância socioeconômica.

### ABSTRACT

The reuse of vegetable oil waste, in addition to being able to contribute to reducing the use of petroleum derivatives, can prevent environmental contamination through improper disposal. Climate changes are more and more profound and have generated increasingly frequent disasters in recent years, such as the rain tragedies in the city of Teresópolis (2011) and Petrópolis (2022). The consumption of fossil fuels strongly contributes to environmental imbalances, such as global warming, but also through the emission of toxic sulfur gases, which can promote acid rain, in addition to particulates containing potentially toxic metals, such as lead and mercury. Another point to be addressed is the elimination of domestic and industrial waste as responsible for significant impacts. Not only the water, but the soil is also affected when there is no study of the impact caused by the direct elimination of these wastes. On the other hand, value-added products can be developed from reused raw materials, such as vegetable oils, generating low production costs, facilitating access for the less favored population to cleaning materials (*e.g.*), fuels and other derivatives, with the additional benefit of an improvement in the quality of life of society as a whole. This work proposes the approach of recycling vegetable oil – especially soybean oil – to obtain value-added materials, a case in which everyone wins socially, economically, and environmentally.

**Keywords:** Vegetable oil (soybean oil), recycling, sustainability, green chemistry, socioeconomic relevance.

## INTRODUÇÃO

O *International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD)* é o tema definido pela Organização das Nações Unidas (ONU) para o ano de 2022. Ou seja, traz à luz mais do que a contemporaneidade, mas a necessidade da mudança nos paradigmas socioeconômicos que conduzem a humanidade (UNESCO, 2022).

Mais do que nunca, práticas ambientalmente amigáveis se fazem fundamentais diante das evidências catastróficas que são observadas ao redor do planeta: chuvas torrenciais sem precedentes, degelo acelerado das calotas polares, temperaturas superiores a 40°C em zonas de clima temperado, estiagens mais prolongadas do que nunca...

Uma das principais causas que corroboram e efetivamente promovem o aquecimento global, que há muito é denunciada por cientistas e ambientalistas, é o uso de combustíveis fósseis.

Embora denunciada e conhecida como agressiva ao meio-ambiente, a utilização desta matriz energética se mantém desde a década de 1970 até os dias atuais (Macedo *et al.*, 2015), fundamentada também pelo rendimento energético que proporciona, mas principalmente pelas relações econômicas atreladas. A regulação, diminuição do uso destes combustíveis e a introdução de novas fontes é normalmente realizada por ações governamentais, como ocorreu – também na década de 1970, no Brasil – por ocasião do programa Proálcool (de Andrade, 2009).

Neste sentido, a utilização de matrizes renováveis para obtenção de combustíveis, é um primeiro e importante passo. A utilização de vegetais como alternativa ao petróleo já desponta como alternativa vantajosa pelo simples fato de ser renovável, e mesmo com a geração paralela e indissociável de “bagaço vegetal”, este próprio pode ser tratado enzimaticamente para ser convertido em fonte de etanol e outros derivados biocombustíveis.

No sentido de reaproveitamento de “lixo” industrial – tal como seriam os diversos bagaços que não teriam finalidade –, pode-se considerar a utilização de materiais que já existam no ciclo econômico em voga, não havendo necessidade de uma orientação ou redirecionamento de monoculturas ou plantações diversas.

Ou seja, como alternativa para a obtenção de biodiesel, por exemplo, pode-se lançar mão do reaproveitamento de óleo de cozinha usado (ALERJ, 2007), que além de todas as questões e vantagens apresentadas até aqui, teria ainda dois outros pontos favoráveis: o direcionamento de um óleo que seria eliminado em águas fluviais ou sobre solos – que geraria impactos pela formação de uma camada hidrofóbica e impermeabilizante, que dificulta trocas gasosas importantes, tanto em terras quanto em águas –, além da vantagem econômica associada que lançaria mão de um rejeito industrial de baixíssimo custo que seria transformado quimicamente em material combustível de elevado valor agregado (ALERJ, 2015).

Concomitantemente, os gases emitidos pela combustão de biocombustíveis são livres especialmente de enxofre e certos metais tóxicos, como chumbo, que são utilizados em processos industriais para obtenção de diesel e gasolina.

O volume de rejeito de óleo vegetal para uma cidade com cerca de 350 mil habitantes é superior à 50 mil litros mensais (Madalozo, 2008). O reaproveitamento de óleo apresenta ainda duas outras possibilidades interessantes, tanto economicamente quanto dos pontos de vista social e ambiental: obtenção de sabões diversos (Trancoso, 2013) e obtenção de bioplástico (Gomes, 2017).

A utilização de gorduras, tais quais óleos vegetais, para obtenção de sabões se dá tradicionalmente pelo tratamento destes com reagentes alcalinos e, dependendo dos teores de alcalinidade e aditivos, pode ser aplicada para finalidades diversas, como higiene pessoal, limpeza doméstica, industrial.

No sentido de higiene pessoal e doméstica, relaciona-se a possibilidade da comercialização de sabões de qualidade por baixo custo, tornando acessível a pessoas de camadas sociais mais fragilizadas o acesso a recursos de profilaxia que resulta em melhoria da qualidade de vida inclusive e especialmente em termos sanitários, cuja gestão deve iniciar a nível municipal (PMGIRS, 2016).

Não obstante, numa ótica um tanto mais vanguardista, óleos vegetais podem ser utilizados para obtenção de plásticos com apelo destacadamente *eco-friendly*.

O petróleo é sem dúvida uma fonte de matéria prima muito versátil, entretanto urge a necessidade de a humanidade reforçar alternativas às matrizes tradicionais, assim propondo a geração de materiais plásticos que possam ser degradados mais rapidamente em vez de perdurar por centenas de anos na natureza (Azevedo *et al.*, 2017).

Além de todas estas questões, a formação e aperfeiçoamento acadêmico e laboral dos estudantes e profissionais envolvidos no projeto são centrais no desenvolvimento deste projeto, que tão brevemente proporcionará a divulgação de dados e oferta de produtos e abordagens amigáveis ao ambiente para a produção e o acesso de materiais de valor agregado a partir de fontes de matéria prima de baixo custo, destacando a abordagem da Química Verde (Farias *et al.*, 2011).

## JUSTIFICATIVA

De acordo com documentos da SABESP de 2021, um litro de óleo é capaz de contaminar até 25.000 litros de água (SABESP, 2021). Outrossim, o solo é muitas vezes o local escolhido para eliminação de óleos vegetais. Em ambos os casos a baixa densidade do material orgânico eliminado de característica hidrofóbica cria uma espécie de filme impermeabilizante que modifica as relações de tensão superficial da água e do solo para com o ar, alterando, necessariamente, as relações de trocas gasosas fundamentais para manutenção de processos bioquímicos fundamentais para a homeostase ambiental, se assim se pode dizer.

Este recurso – óleo vegetal usado – pode ser direcionado para finalidades industriais e comerciais, deixando de ser lixo e passando a ser matéria prima, bem como resultando em uma abordagem mais amigável ao ambiente, em vez de ser eliminado diretamente na natureza gerando os impactos sobrescritos (UNIFESO, 2020).

Além disso é uma fonte de energia com altíssimo potencial para substituição ou, ao menos, complementação ao petróleo (Guerra e Fuchs, 2011).

A utilização de combustíveis fósseis vem gerando, ao longo de décadas, variações climáticas ligadas ao aquecimento global e diversos outros impactos tais como eliminação de gases tóxicos e micropartículas contendo metais aplicados desde a extração dos poços, bem como durante o processo de beneficiamento industrial, que podem promover intoxicação direta, ou desencadear processos como a chuva ácida, especialmente pela presença de derivados de enxofre, naturalmente presente em petróleo bruto.

A própria utilização do petróleo para a obtenção de plásticos poderá ser mesclada ou substituída pela síntese de bioplásticos que tendem a ter uma meia-vida muito menor que os materiais plásticos tradicionalmente utilizados.

Além de processos químicos diretos, abordagens mais eficientes para a obtenção de sabões, biocombustíveis e bioplásticos a partir de óleo vegetal tendem a ser mais eficientes, limpos e ágeis com a aplicação de processos enzimáticos, por exemplo.

## OBJETIVOS

### Objetivo geral

Estabelecer um levantamento bibliográfico e aplicar conceitos teóricos de forma prática em laboratório sobre os conceitos de reaproveitamento e reutilização de óleo vegetal, transformando “lixo” em material de valor agregado que possa gerar melhorias ambientais e sociais.

## Objetivos específicos

- Realizar levantamento bibliográfico sobre o histórico de reaproveitamento de óleos;
- Identificar lugares pré-existentes que elaborem coleta e reciclagem de óleos;
- Identificar certas características físico-químicas pertinentes aos óleos, elaborando processos mínimos de limpeza e enriquecimento de sua qualidade para aplicação reciclável;
- Aplicar os óleos em reações amigáveis ao ambiente para obtenção de sabões, combustível e materiais plásticos biodegradáveis;
- Contribuir para a formação acadêmico-científica dos estudantes envolvidos;
- Divulgar os projetos de iniciação científica Júnior para estímulo da produção científica e despertar interesse de jovens pelas ciências;
- Realizar atividades de cunho social sobre tratamento e reciclagem de óleos, bem como promover divulgação dos dados levantados de modo agregar conhecimento à população.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A obtenção de sabões pode remontar à pré-história, ainda que de forma não tão consciente e muito menos científica. Mas é em momentos de maior prosperidade civilizatória que a produção de materiais de valor agregado passa a ser planejado, executado e até mercantilizado como bem de consumo.

O termo *al-qalî* significa “as cinzas” de matéria orgânica consumida em combustões, especialmente madeiras. Os ametais componentes da matéria orgânica são transformados, pela combustão, em gases ou materiais voláteis. Enquanto os metais são transformados em óxidos que são os principais componentes das cinzas, muitas vezes esbranquiçadas. No que se trata do preparo de carnes ou vegetais oleosos sobre fogueiras, certas fontes de triglicerídeos eventualmente podem cair sobre estas cinzas e após algumas horas se transformarem em uma espécie arcaica de sabão.

O processo de se banhar o corpo visando sua limpeza é muitas vezes contestado. O fato é que um a dois banhos por dia é uma prática fortemente recomendada. Maiores ou menores quantidades de banho podem expor o corpo a processos de infecções cutâneas entre outras disfunções. De qualquer modo, diferentes culturas tiveram ao longo de seus desenvolvimentos e estabelecimento, diferentes hábitos de limpeza. Um destes hábitos é a produção de sabões, como receitas familiares, de forma similar à produção de manteiga e outros recursos ou produtos manufaturados.

Outra forma de utilizar óleos vegetais e animais é seu uso direto como combustível para utilização em fogueiras, tochas, lâmpadas.

Desde o momento em que o homem percebe que pode promover extração ou modificações de recursos naturais para sua utilização os óleos se tornaram fontes fundamentais em diversas culturas. O fato é que a simples extração é muito mais tradicional e antiga que as transformações. De qualquer modo, a mescla destas práticas remonta, conscientemente, num âmbito pré-científico, mas atual da *al-qimîa*, que era a arte da transformação da matéria.

O preparo de biocombustíveis por transformações químicas e sua larga utilização remonta ao último século, da mesma forma, e ainda mais recente, a utilização de plásticos sustentáveis, cujos apelos vêm crescendo diante da demanda global de preservação da natureza.

A tendência é a utilização de recursos renováveis (ou ao menos se deseja isto), explorando a otimização de processos tanto no aspecto particular quanto a nível industrial. Estes são fundamentos da chamada Química Verde.

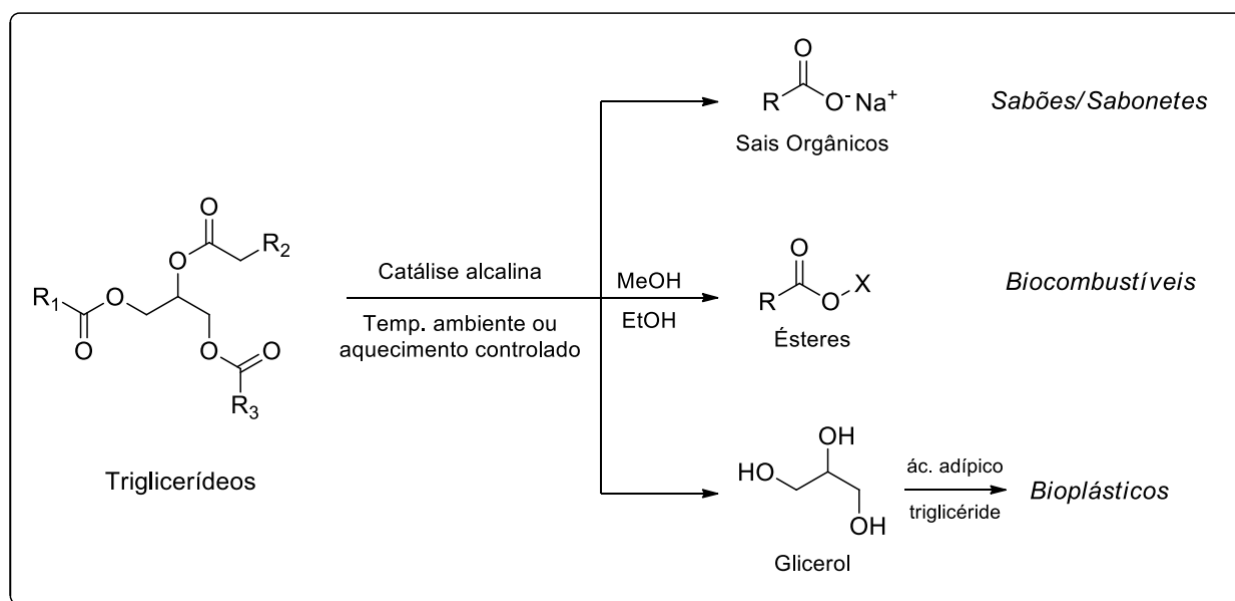
## METODOLOGIA

A primeira parte do projeto consistiu em um levantamento bibliográfico para identificação do estado da arte para a reutilização de óleos vegetais, em especial para o óleo de soja, para a sua transformação em sabões, biocombustíveis e bioplásticos.

Além disto fez parte do primeiro bloco a identificação de ações governamentais e privadas para o recolhimento e reaproveitamento de óleo vegetal que possam existir na cidade de Teresópolis ou entorno.

Em seguida foi realizada a abordagem experimental lógica e cronológica para a obtenção de sabões, sendo otimizadas as possibilidades de suas variações em barra, pasta e líquido. A conseguinte, serão abordadas metodologias para obtenção de biocombustíveis e bioplásticos.

Para ilustrar as metodologias aplicadas é apresentado o esquema a seguir.



Esquema 1. Ilustração reacional da abordagem metodológica a ser aplicada.

**Sabões:** De acordo com MOREIRA et. al (2012): “Dentro dos padrões exigidos pela Resolução Normativa 01/78 da ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, com abordagem sustentável: O método para transformação do óleo de cozinha em sabão ocorre da seguinte forma: (A) Materiais necessários: • Garrafa pet 500 ml; • 430 ml de óleo comestível usado; • 75 ml de soda cáustica líquida concentração 50%; • 05 ml de essência para sabão (uma tampinha de pet); • 05 ml de álcool etílico (uma tampinha de pet). (B) Procedimento: • Colocar luvas e jaleco que podem ser descartáveis; • Adicionar o óleo usado na garrafa de 500 ml; • Adicionar a soda cáustica líquida, evitando o contato com a pele e olhos; • Opcionalmente, pode-se adicionar à mistura uma essência perfumada; • Adicionar o álcool etílico (procedimento opcional, utilizado apenas para acelerar a reação entre o óleo e a soda cáustica); • Fechar a garrafa e balançá-la por aproximadamente 10 minutos. Após adicionar os ingredientes à garrafa, ocorre um aquecimento devido à reação química exotérmica entre os elementos e, a partir disto, o conteúdo da mistura fica consistente. Depois, deve-se deixá-la em um local com ventilação por cerca de 24 horas e, após este período, corta-se a garrafa para retirar o conteúdo (sabão) que estará sólido. Cada Garrafa gera aproximadamente oito barrinhas de sabão.”

**Biocombustíveis:** De acordo com DOS SANTOS et. al (2016): “A produção de biodiesel por hidroesterificação (transesterificação) é um processo que envolve duas etapas consecutivas: a hidrólise e a esterificação. A primeira etapa consiste numa reação química entre os triacilglicerídeos da gordura ou óleo vegetal e a água. A reação de hidrólise foi demonstrada por Mills e McClain (1949) e acontece em três etapas. Essa reação é uma

pseudo-homogênea de primeira ordem reversível (com excesso de um reagente, normalmente água). Na primeira etapa, os triacilglicerídeos são hidrolisados em diacilglicerídeos; na segunda etapa, os diacilglicerídeos são hidrolisados em monoacilglicerídeos e, na terceira etapa, os monoacilglicerídeos são hidrolisados em glicerol (...). Em todas as etapas, são produzidos ácidos graxos livres. A quantidade de ácidos graxos livres é a somatória das três etapas. Essa reação pode ser catalisada por enzimas, catalisadores heterogêneos ou produzida em processos não catalíticos em condições de fluidos subcríticas ou supercríticas. Dessa forma, permite-se o uso de matérias-primas com alto teor de acidez e de umidade, uma vez que o objetivo da hidrólise é obter alto teor de ácidos graxos livres, sendo a água um dos reagentes (PANDEY et al., 2011). Na segunda etapa, os ácidos graxos gerados na hidrólise são esterificados. A esterificação consiste na formação de ésteres a partir da reação entre um ácido graxo e um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol), com formação de água como subproduto. A reação de esterificação pode ser catalisada por ácidos de Brønsted ou de Lewis, por catalisadores básicos de Lewis e por enzimas (CARDOSO, 2008).” Seja considerada a possibilidade da transesterificação direta, na qual um álcool é capaz de transformar triglicerídeos em monoésteres isolados, sendo os álcoois mais comumente aplicados para esta finalidade o metanol e o etanol, que além de uma melhor disponibilidade comercial, tendem a favorecer o processo reacional desejado por suas características químicas, com ênfase o fato de serem os dois álcoois de menor cadeia carbônica possível.

**Bioplásticos:** De acordo com GOMES et. al (2017): “Emprego de monômeros: glicerol (Synth), óleo de mamona (Polyurethane ou variante) nas proporções de 1:0; 9:1; 1:9; 0:1, reagidos com ácido adípico (Vetec) nas estequiometrias de 0,9 e 1,5 utilizando dilaurato de dibutilestanho e ácido p-tolueno sulfônico (Vetec), como catalisadores na proporção de 0,01% em massa. Conduzir a síntese a 190°C através de duas condições comparativas de sistemas (aberto e fechado). Realizar total homogeneização da mistura, na qual o material deixa de se apresentar como um bicomponente e se aparenta como um líquido translúcido. Para a conclusão das reações podem ser necessários diferentes tempos de reação variando de 5 minutos a 1 hora dependendo da estequiometria até o ponto da alta viscosidade da mistura e então vertidos em um molde e curados em estufa a 105°C por 4 horas. De acordo com as proporções dos reagentes poderão ser desenvolvidos materiais distintos que poderão ser caracterizados físico-quimicamente. A proporção entre os polióis pode ser estudada e para estas condições de síntese a mistura de 10% óleo de mamona (ou variante) em 90% de glicerol permite avaliar o sinergismo da polimerização. Para as amostras, a denominação adotada foi: poliésteres (PE); óleo de mamona (OM); glicerol (GLI); estequiometrias 0,9 (1) e 1,5 (2).”

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Óleos vegetais são fontes renováveis de energia que apresentam alta versatilidade como fonte de energia potencial química, armazenamento biológico de energia, aplicação direta como combustíveis e utilização na culinária.

Suas características físico-químicas padrões são cadeias carbônicas longas, geralmente superiores a doze carbonos, baixa polaridade molecular e hidrofobicidade, sendo geralmente pouquíssimo miscíveis em água. Estão presentes nos serem vivos em forma de triglicerídeos, ou seja, tri-ésteres de glicerina com cadeias longas, ou podem ainda ser ácidos carboxílicos simples, saturados e insaturados com no mínimo quatro ou cinco carbonos.

Com relação ao óleo de soja alguns dados foram levantados. Um litro deste óleo vegetal pode contaminar até 25.000 litros de água se despejado de forma inadequada na natureza. Pode também ser um contaminante de solos, gerando impermeabilização e dificultando trocas gasosas nos mais diferentes terrenos, o que ocorre igualmente em fontes diversas de água.

Os dados tomados revelaram que em cidades com cerca de 350 mil habitantes, o consumo de óleo de soja gira em torno de 50 mil litros por mês.

Tendo em vista a abundância deste recurso que perde valor após sua utilização, nota-se como uma fonte química, no aspecto de reagente de baixíssimo valor agregado, o que qualifica o óleo de soja usado como um



excelente material de partida para a produção de materiais diversos. Dentre eles a utilização como fontes combustíveis que em diversos âmbitos é capaz de substituir o petróleo e alguns de seus derivados.

A respeito do petróleo, fontes combustíveis não renováveis (fósseis) superam 80 % de importância em escala global. É evidente que o longo e excessivo uso destes recursos promoveram, e continuam promovendo, grandes impactos ambientais ao longo do último século. De forma transversal ao uso destes recursos, não se deve negligenciar as disputas políticas e a ocorrência de diversos conflitos militares com ênfase a países do Oriente Médio e a Venezuela, na América do Sul.

O óleo de soja usado pode ser transformado em sabões, biodiesel e bioplásticos.

Na cidade de Teresópolis existem três instituições que trabalham na coleta de óleo vegetal usado, são elas: ONG NASCENTE, RECICLAGEM BRASIL e RIÓLEO. Ainda assim, a quantidade de óleo descartado é grande demais e há excedente descartado de modo inapropriado, então este projeto propõe expandir as ações de coleta e reaproveitamento.

A produção de sabão a partir de óleos vegetais apresenta diversas metodologias descritas na literatura. A maioria das produções elaboram metodologias de saponificação a quente, utilizando uma fonte de energia para “cozimento” dos reagentes e proporcionando produtos de boa qualidade, mas com preços relativamente elevados, baseado principalmente no investimento energético aplicado.

Não se deve perder de vista que o acesso a materiais para higiene pessoal de boa qualidade influencia também aspectos sociais. O principal objetivo foi obter uma forma de produzir sabões de boa qualidade a partir de um custo extremamente reduzido e lançando mão de técnica e materiais simples. Foram assim alcançadas três formas de sabões: em barra, em pasta e líquido.

Os sabões em barras podem ser obtidos a quente e a frio, sendo que a principal distinção é aumentar o custo ao promover aquecimento, ou prolongar o tempo de fabricação ao desenvolver o processo a frio.

Após diversos testes foram aprimoradas as seguintes formulações:

(a) *Sabão em barra a quente*: 75 g de soda cáustica comercial, 170 mL de água, 300 mL de óleo e 430 mL de álcool. Misturar todos os reagentes, tendo cuidado ao adicionar soda cáustica à água pois o processo observado é extremamente exotérmico. Agitar veementemente por uma hora. Levar o recipiente reator (panela) ao fogo e mexer até alcançar ebulição. Enformar a mistura líquida obtida e manter em geladeira por 8 horas ou fora da geladeira por 24 horas.

O resultado é apresentado nas imagens (*Figura 1*) apresentadas a seguir.



*Figura 1.* Mistura líquida em balde de plástico, seguido dos sabões em barra obtidos a quente.

(b) *Sabão em barra a frio*: 5 g de soda cáustica comercial, 5 mL água, 50 mL de óleo, 5 a 10 gotas de corante alimentício, 20 a 30 gotas de essência. Neste caso a agitação precisa ser veemente por no mínimo uma hora, mas é desejável que seja além de 2 horas. Enformar. O sabão ficará pronto para uso após no mínimo 48 horas, mas fica em condição excelente após 96 horas a uma semana.



**Figura 2.** Mistura líquida em béquer de vidro, seguido dos sabões em barra obtidos a frio.

Quando em comparação, os processos de fabricação de sabão em barra, a metodologia a frio tem o único infortúnio do tempo de espera para “maturação” do produto, que é na realidade o tempo para completar a reação química envolvida que ocorre de modo bifásico somente na superfície de contato entre as diferentes fases.

A metodologia a quente é muito mais onerosa, pois utiliza etanol (álcool 92% para um melhor resultado), além de ser dispendioso energeticamente pelo uso de aquecimento, seja por aquecimento em placas elétricas ou uso de chama por uso de GLP, em fogões ou bico de Bunsen.

Diante da demanda ou recursos disponíveis, uma metodologia deverá ser escolhida em detrimento da outra. Aqui foi preferida a metodologia a frio pela simplicidade e menor custo global. Sobre esta metodologia foram observadas as seguintes questões: (i) a quantidade exacerbada de óleo gera um sabão com aspecto final oleoso, pois mesmo após longo tempo de “maturação” nem todo óleo será consumido. Ao passo que (ii) o uso elevado de soda cáustica gera álcali livre, tornando o produto gerado demasiadamente cáustico/irritante à pele. (iii) A quantidade de água é fundamental para a transformação do óleo em sabão. A quantidade mínima ideal para converter 50 mL de óleo em sabão foi 2,5 mL de água, mas a quantidade máxima não deverá ultrapassar 7,5 mL de água, pois o produto obtido ficará demasiadamente mole. (iv) A soda cáustica deve ser previamente solubilizada em água antes de ser adicionada ao óleo, pois NaOH é um sólido iônico e insolúvel em óleo. (v) Talvez o principal fator para a obtenção do sabão em barra em excelente qualidade final seja o chamado “tempo de maturação”, pois se trata na verdade de um controle cinético da conversão dos triacilgliceróis em sabão.

É relevante compreender que ao passo que se obtém o sabão, é também liberado o núcleo glicéridico na forma de glicerina livre, comercialmente denominada glicerol (propano-1,2,3-triol - IUPAC). Este aspecto é relevante pois o toque do sabão à pele se torna suave e agradável.

A respeito do estudo cinético do processo, o tempo reacional foi identificado como fator de proeminente relevância para a obtenção do produto esperado, a lei cinética provável para este caso é “ $V = k$ ” na qual  $k$  é a constante relacionada ao tempo e a velocidade, ou melhor, a taxa de conversão, sendo da ordem de 1,0 g.mL<sup>-1</sup>.semana<sup>-1</sup>.

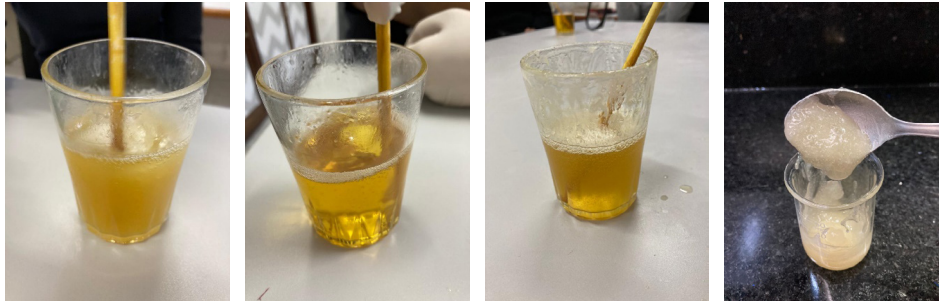
A forma padrão para averiguar a formação de sabão com sucesso é a formação de espuma ao friccionar o produto entre as mãos na presença de água.



**Figura 3.** Otimização do fabrico de sabão em barra a frio, enformado em diferentes estados do processo.

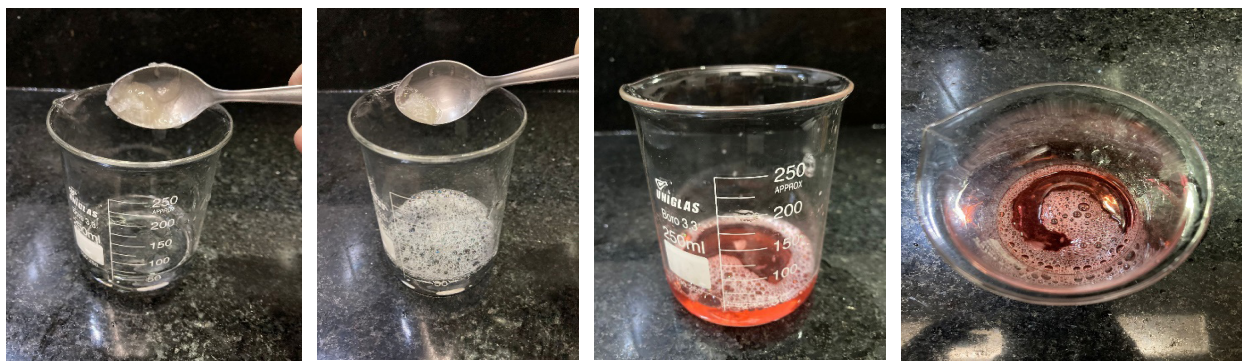


(c) *Sabão em pasta*: 7 g de soda cáustica, 10,7 mL de água, 50 mL de óleo e 47,6 mL de álcool. Solubilizar a soda em água agitando por 5 minutos e, a seguir, adicionar o óleo lentamente agitando por 10 min. Após, adicionar lentamente o volume de álcool, agitando por mais 45 min até completar uma hora de agitação total. Após 48 horas o sabão estará em condições ótimas.



**Figura 4.** Obtenção de sabão em pasta a frio, forma de espuma e alcança aspecto pastoso ao final.

(d) *Sabão líquido*: 5 g de sabão em pasta ou em barra, 50 mL de água, 1 ou 2 gotas de corante alimentício, 10 a 20 gotas de essência. Misturar a massa do sabão produzido com as metodologias anteriores ao volume de água e aditivos. Após 10 minutos de agitação o sabão líquido estará formado. Uma observação relevante é que ao utilizar sabão em barra, quebrá-lo previamente em pequenos pedaços para um resultado mais eficiente.



**Figura 5.** Obtenção de sabão líquido, confirmado pela formação de espuma.

Além das diferentes formas de sabão obtidas este projeto explorou a obtenção de biodiesel. Após o levantamento de diferentes metodologias, e a testagem de melhorias chegou-se ao seguinte protocolo.

(e) *Biodiesel*: 62,5 mL de etanol (álcool com teor mínimo 92% V/V), 1,2 gramas de soda cáustica e 100 mL de óleo de soja. Adicionar a soda ao etanol preparando o alcóxido (etóxido de sódio). Reservar. Aquecer o óleo a 45-50°C, inserir a mistura alcoólica de soda. Manter sistema sob aquecimento e agitação em sistema de refluxo, por cerca de 30 minutos. Esperar resfriar e transferir para funil de separação. Adicionar solução saturada de cloreto de sódio (salmoura/brine) agitar suavemente virando de cabeça para baixo o funil, adequadamente tampado. Colocar em suporte e destampar. Após separação das fases coletar o sobrenadante em erlenmeyer. Adicionar agente secante ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Filtrar em papel de filtro e armazenar. O teste para verificar a conversão é acender uma pequena alíquota do biodiesel (em frasco adequado) utilizando palito de fósforos. O biodiesel queima mais facilmente e muito mais fortemente que os óleos vegetais comuns. Veja as imagens a seguir.



**Figura 6.** Síntese do biodiesel, sistema de refluxo. Confirmação do biodiesel ao comparar à chama de óleo.

O biodiesel ainda será submetido a teste para movimentar pequenas máquinas feitas de lata de alumínio e sua eficiência poderá ser calculada.

O passo futuro do projeto é iniciar a obtenção de bioplásticos *eco-friendly* a partir de óleo de soja usado, explorando a metodologia já descrita neste trabalho.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O recolhimento/doação de óleo de soja usado foi facilmente realizado.

O aperfeiçoamento das metodologias potencializou a obtenção de derivados de qualidade e valor agregado com segurança e baixo custo de produção, com ênfase aos processos executados a frio, quando comparados aos processos a quente.

Os sabões em diferentes aspectos apresentaram excelente ação desengordurante e formaram espuma durante o uso. As otimizações garantiram produtos seguros e eficientes, que poderão ser desenvolvidos pelos estudantes como projeto de desdobramentos sócio-ambientais e divulgados para que possam ser executados livremente por pessoas ou projetos sociais.

A derivação do óleo usado para obtenção de biodiesel se mostrou eficaz e as avaliações preliminares de combustão pela facilidade e intensidade da chama, bem como seu uso para iluminação e fonte de calor, também via combustão, se mostraram satisfatórios, podendo ser um ótimo produto para estas finalidades descritas.

O próximo passo será aplicar este recurso (óleos vegetais) para obtenção de bioplásticos.

Os impactos socioambientais são facilmente compreendidos e possuem relevância significativa e contemporânea, realçando os interesses da Química Verde e proporcionando relações de produção acessíveis (de baixo custo) com aspectos ambientalmente amigáveis.

## REFERÊNCIAS

- [1] <https://www.iybssd2022.org/en/home-15-decembrer/> - UNESCO (acessado em janeiro de 2023).
- [2] MACEDO, Márcio Henrique Marques et al. Sobre a situação energética brasileira: de 1970 a 2030. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 2, p. 6-16, 2015.
- [3] DE ANDRADE, Ednilton Tavares; DE CARVALHO, Sergio Roberto Garcia; DE SOUZA, Lucas Fernandes. Programa do Proálcool e o etanol no Brasil. **Engevista**, 2009.
- [4] RIO DE JANEIRO, LEI Nº 5065 DE 05 DE JULHO DE 2007, INSTITUI PROGRAMA ESTADUAL DE TRATAMENTO E RECICLAGEM DE ÓLEOS E GORDURAS DE ORIGEM VEGETAL OU ANIMAL E DE USO CULINÁRIO. ALERJ, 2007.
- [5] RIO DE JANEIRO, ALERJ, PROJETO DE LEI Nº 851/2015, EMENTA: DISPÕE SOBRE A CRIAÇÃO DO PROGRAMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÓLEOS VEGETAIS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – PROVE, Autor(es): Deputado CARLOS MINC, 2015
- [6] MADALOZO, João Alfredo. O potencial de uso do rejeito de óleo vegetal para produção de biodiesel em Ponta Grossa - PR. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território: Sociedade e Natureza) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2008.
- [7] Trancoso, M.D.; Nascimento, A.L.; Bittencourt, L.V.; Passos, L.A.; COLEGIO BRIGADEIRO NEWTON BRAGA, COLETA DO ÓLEO USADO: DEMONSTRANDO A IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA NA PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE, FEPROQUIM - Feira de Projetos de Química, 53º Congresso Brasileiro de Química, Rio de Janeiro/RJ, de 14 a 18 de outubro de 2013. ISBN: 978-85- 85905-06-4 (<https://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/14/2775-17038.html> acessado em fevereiro de 2023).
- [8] GOMES, Rodrigo Da Vitória; DE MELO, Breno Nonato; VELLOSO, Márcia Helena Rodrigues. Síntese e caracterização de bioplásticos a partir de glicerol e óleo de mamona. *Latin American Journal of Energy Research*, v. 4, n. 1, p. 41-51, 2017.
- [9] TERESÓPOLIS, RJ. PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS - PMGIRS, Prefeito Márcio Catão, 2016
- [10] AZEVEDO, Alexandre Reis; ALMEIDA, Victor Miranda; SANTOS, Suzana Arleno Souza. Síntese de bioplásticos feitos com polímeros naturais: uma alternativa para a gestão ambiental. **Conhecimento & Diversidade**, v. 9, n. 19, p. 59-70, 2017.
- [11] FARIAS, Luciana A.; FÁVARO, Déborah IT. Vinte anos de química verde: conquistas e desafios. **Química Nova**, v. 34, p. 1089-1093, 2011.
- [12] <https://www.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=82#:~:text=1%20litro%20de%20%C3%B3leo%20pode,h%C3%A1%20contamina%C3%A7%C3%A3o%20e%20mais%20sujeir>(acessado em janeiro de 2023).
- [13] GUERRA, Edson Perez; FUCHS, Werner. Biocombustível renovável: uso de óleo vegetal em motores. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 8, n. 1, p. 103-112, 2010.
- [14] <https://www.unifeso.edu.br/noticia/ecopontos-no-unifeso-por-que-separar-o-lixo-adequadamente-e-importante> (acessado em março de 2023).
- [15] MOREIRA, Camila Quintão et al. Reciclagem de óleo usado para produção de sabão artesanal. In: V congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2014.
- [16] DOS SANTOS, Leticia Karen et al. Estado da arte da aplicação do processo de hidroesterificação na produção de biodiesel a partir de matérias-primas de baixa qualidade. *Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, v. 1, n. 28, p. 178, 2016.