

**OFICINA TEMÁTICA PARA PRODUÇÃO DE SABÃO:
UM CAMINHO TRAÇADO A PARTIR DO PROJETO
DE EXTENSÃO “BOLHAS DE SABÃO”**

**TALLER TEMÁTICO DE PRODUCCIÓN DE JABÓN:
UN CAMINO RECORRIDO DESDE EL PROYECTO DE
EXTENSIÓN “PORPURGAS DE JABÓN”**

**THEMATIC WORKSHOP FOR SOAP PRODUCTION:
A PATH FORCED FROM THE “SOAP BUBBLES”
EXTENSION PROJECT**

DOI: doi.org/10.31692/2595-2498.v8i3.306

Ariane Carla Campos de Melo

Professora Adjunta na Universidade Federal de Pernambuco, ariane.melo@ufpe.br

Luana Santos Oliveira



RESUMO

A reação de saponificação é um processo empregado na produção de sabão na escala industrial ou artesanal. Os sabões são categorizados em dois grandes grupos: naturais e sintéticos. Os compostos tóxicos presentes nos sabões sintéticos, tais como, corantes, agente quelante, agente de branqueamento, antioxidante, agente espessante e fragrâncias podem afetar organismos vivos e obstruir os processos de auto-remediação do sistema aquoso e afetar o crescimento e a capacidade de nitrificação de microorganismos no solo, gerando impactos ambientais significativos. A mesorregião conectada ao município de Caruaru destaca-se pela ampla produção industrial têxtil, que frequentemente utiliza corantes sintéticos nos processos de tingimento. Diante dessas problemáticas, uma oficina temática pautada em elementos da resolução de problemas foi proposta para identificar os termos socioambientais mobilizados por discentes da disciplina de Educação ambiental do Centro Acadêmico do Agreste da UFPE. Na elaboração da oficina, usou-se processo de produção de sabão. A ação foi ainda delineada de modo a contribuir com uma formação profissional crítica. A pesquisa foi qualitativa, participante, básica e exploratória. Os termos socioambientais empregados nas respostas formuladas foram: biodegradabilidade e reutilização. O primeiro termo pode indicar uma associação entre a poluição ambiental e o uso demasiado de produtos cujo tempo de meia vida de degradação no meio ambiente é extremamente longo. A seleção da palavra reutilização e/ou reutilizar pode indicar uma preocupação ambiental direta com a redução do desperdício e indireta com a geração de resíduos. Problemáticas ambientais, tais como uso de corantes também foram elencadas em elaborações textuais generalizadas para discorrer quanto a produção de sabão. A indicação de uso de corantes naturais na síntese do sabão pode indicar uma preocupação com o caráter tóxico de corantes sintéticos já empregados nos processos têxteis da mesorregião. As respostas sintetizadas pelos estudantes endossam que a alfabetização ambiental deve, preferencialmente, ser empregada em associação com novas perspectivas teóricas e metodológicas.

Palavras-chave: Sabão; Oficina Temática; Educação Ambiental.

RESUMEN

La reacción de saponificación es un proceso empleado en la producción de jabón a escala industrial o artesanal. Los jabones se categorizan en dos grandes grupos: naturales y sintéticos. Los compuestos tóxicos presentes en los jabones sintéticos, como colorantes, agentes quelantes, agentes de blanqueo, antioxidantes, agentes espesantes y fragancias, pueden afectar a organismos vivos y obstruir los procesos de autorremediación del sistema acuoso, así como afectar el crecimiento y la capacidad de nitrificación de microorganismos en el suelo, generando impactos ambientales significativos. La mesorregión conectada al municipio de Caruaru se destaca por su amplia producción industrial textil, que frecuentemente utiliza colorantes sintéticos en los procesos de teñido. Ante estas problemáticas, se propuso un taller temático basado en elementos de resolución de problemas para identificar los términos socioambientales movilizados por estudiantes de la disciplina de Educación Ambiental del Centro Académico del Agreste de la UFPE. En la elaboración del taller, se utilizó el proceso de producción de jabón. La acción también fue diseñada para contribuir a una formación profesional crítica. La investigación fue cualitativa, participativa, básica y exploratoria. Los términos socioambientales empleados en las respuestas formuladas fueron: biodegradabilidad y reutilización. El primer término puede indicar una asociación entre la contaminación ambiental y el uso excesivo de productos cuyo tiempo de media vida de degradación en el medio ambiente es extremadamente largo. La selección de la palabra reutilización y/o reutilizar puede indicar una preocupación ambiental directa por la reducción del desperdicio y, de manera indirecta, por la generación de residuos. También se mencionaron problemáticas ambientales, como el uso de colorantes, en elaboraciones textuales generalizadas para discutir sobre la producción de jabón. La indicación de usar colorantes naturales en la síntesis del jabón puede reflejar una preocupación por el carácter tóxico de los colorantes sintéticos ya empleados en los procesos textiles de la mesorregión. Las respuestas sintetizadas por los estudiantes respaldan que la alfabetización ambiental debe, preferiblemente, ser empleada en conjunto con nuevas perspectivas teóricas y metodológicas.

Palabras Clave: Jabón; Taller temático; Educación ambiental.

ABSTRACT

The saponification reaction is a process used in the production of soap on an industrial or artisanal

scale. Soaps are categorized into two large groups: natural and synthetic. Toxic compounds present in synthetic soaps, such as dyes, chelating agents, bleaching agents, antioxidants, thickening agents, and fragrances, can affect living organisms and obstruct the self-remediation processes of the aqueous system and affect the growth and nitrification capacity of microorganisms in the soil, generating significant environmental impacts. The mesoregion connected to the municipality of Caruaru stands out for its extensive industrial textile production, which often uses synthetic dyes in the dyeing processes. In view of these problems, a thematic workshop based on problem-solving elements was proposed to identify the socio-environmental terms mobilized by students of the Environmental Education discipline at the Academic Center of Agreste at UFPE. In the elaboration of the workshop, the soap production process was used. The action was also designed to contribute to critical professional training. The research was qualitative, participatory, basic and exploratory. The socio-environmental terms used in the responses were: biodegradability and reuse. The first term may indicate an association between environmental pollution and the excessive use of products whose half-life of degradation in the environment is extremely long. The selection of the words reuse and/or reuse may indicate a direct environmental concern with the reduction of waste and an indirect concern with the generation of waste. Environmental issues, such as the use of dyes, were also listed in generalized textual elaborations to discuss soap production. The indication of the use of natural dyes in the synthesis of soap may indicate a concern with the toxic nature of synthetic dyes already used in the textile processes of the mesoregion. The responses summarized by the students endorse that environmental literacy should preferably be used in association with new theoretical and methodological perspectives.

Keywords: Soap; Thematic workshop; Environmental education.

INTRODUÇÃO

A química pode nos ajudar a entender, monitorar, proteger e melhorar o ambiente ao nosso redor. As indústrias químicas e afins contribuem para um padrão de vida e saúde cada vez maior. Há, no entanto, um lado menos positivo na história de sucesso da química. Esse lado não remonta ao seu início, há cerca de 150 anos, quando indústrias químicas e similares, como a de sanitizantes, já apresentavam problemas de poluição ambiental e segurança. Muitas vezes, a poluição tem sido resultado de tecnologias de produção e do manuseio incorreto de resíduos e efluentes resultantes da produção (ZUIN et al, 2021).

Um dos desafios postos na sociedade moderna é dissociar o crescimento econômico do impacto ambiental. É inegável o quanto o debate contemporâneo tem dedicado atenção a problemas ambientais. As mudanças originárias da expansão do capitalismo industrial e atualmente as ações neoliberais provocaram uma ampliação dos processos de degradação ambiental para todos. Nesse sentido, é urgente e necessário pensar em ações para corroborar com desenvolvimento de um sujeito crítico apto a participar nas tomadas de decisões, e entender o meio que o cerca enquanto espaço biológico, político, social e cultural. Compreende-se ainda que a importância dessas ações ganham magnitude de significados ao considerarmos regiões impactadas por outras problemáticas ambientais.

Por exemplo, a mesorregião interligada ao município de Caruaru é marcada por extensa produção industrial têxtil com a consequente utilização de corantes sintéticos para

tingimento. Os corantes sintéticos introduziram uma ampla gama de cores e tons brilhantes. No entanto, seu caráter tóxico tornou-se motivo de grande preocupação para o meio ambiente. O uso de corantes sintéticos tem impactos adversos em todas as formas de vida. A existência de naftol, corantes de cuba, nitratos, ácido acético, produtos químicos de sabão, substratos enzimáticos, materiais à base de cromo e metais pesados, bem como outros auxiliares de tingimento, torna o efluente de água de tingimento têxtil extremamente tóxico (KHATTAB, et al 2020).

Diante do que foi exposto, buscou-se desenvolver uma oficina com a temática sabão de modo a contribuir com uma formação profissional sólida, abrangendo os conteúdos e as estratégias metodológicas imprescindíveis para a posterior atuação na sociedade. Além disso, identificou-se termos socioambientais mobilizados por discentes da disciplina de Educação ambiental do Centro Acadêmico do Agreste da UFPE em aulas teóricas e práticas no período de outubro de 2023 a fevereiro de 2024.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sabão, como agente sanitizante mais antigo, é um detergente pioneiro. As evidências mostram que a primeira produção de materiais semelhantes a sabão remonta acerca do terceiro milênio aC na antiga Babilônia. O médico grego Galenus introduziu pela primeira vez sabonetes para fins terapêuticos e de limpeza do corpo em 200 EC. Os avanços tecnológicos ao longo do tempo até o século 19 revelaram diferentes estruturas de ácidos graxos em gorduras e óleos neutros, levando a uma compreensão mais abrangente da química de fabricação de sabão (CHIRANI et al, 2021).

A ciência bioquímica apresenta que óleos e gorduras são constituídos especialmente por triacilglicerídeos, os quais são triésteres de glicerol com 3 moléculas de ácidos graxos (MCMURRY, 2016). Certamente, quando lavamos louças podemos tentar criar meios para explicar a ação de sabões e detergentes, que interage tanto com a água (polar) como com a gordura (apolar). Seja no sabão, ou no detergente, a composição química é constituída por uma longa cadeia carbônica apolar e uma extremidade polar. Esta parte polar é composta por um grupo iônico, por exemplo, íons sódio. Quando o sabão é posto em contato com um sistema contendo água e óleo, forma-se uma dispersão coloidal constituída por espécies denominadas micelas. Em geral, elas se assemelham a esferas, cujo interior é pouco polar, e exterior, apresenta grupos iônicos. Logo, na parte interna, gordura e cadeia carbônica interagem entre si por interações do tipo dipolo induzido-dipolo momentâneo. Já na parte externa, o grupo iônico interage com a água seja por ligações de hidrogênio, seja por

interações do tipo íon-dipolo (MCMURRY, 2016).

Do ponto de vista estritamente químico, o sabão é uma combinação de gordura ou óleo (ácidos graxos), água e um álcali ou mesmo uma base orgânica. Em uma reação de saponificação, a gordura neutra e um álcali reagem para criar moléculas de glicerol e sabão (CHIRANI et al, 2021). A saponificação é uma reação química que pode contribuir para a poluição da água de rios e mares, uma vez que pode produzir resíduos tóxicos, principalmente quando ocorre em larga escala.

A produção de sabão pode ser ilustrada por uma reação genérica e simplificada que descreve o processo de saponificação, utilizando diferentes fontes de glicerídeo como, óleos de soja, milho, gordura de coco, margarina, manteiga ou gordura animal em reação com hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio (FESSENDEN E FESSENDEN, 1983). É importante destacar que dada toda a complexidade envolvida na composição do óleo de cozinha utilizado como matéria-prima na produção do sabão, em muitas situações, para facilitar os cálculos estequiométricos é comum retratar a reação química de saponificação de forma simplificada, em que os três grupos funcionais R , R_1 e R_2 correspondentes aos ácidos graxos formadores do triglicerídeo reagem, cada um deles, com um mol de base (totalizando três mols de NaOH) (SILVA E PUGET, 2010).

É importante pontuar que uma ampla gama de ingredientes pode ser usada para projetar produtos de limpeza pessoal com diferentes características de qualidade, odor, cor, forma e design de embalagem. Com base na composição química dos ingredientes, os sabões são classificados em dois grandes grupos: naturais e sintéticos. Nos sabões naturais, a química é semelhante à formulação dos sabões antigos. Os óleos e gorduras de origem vegetal ou animal são os componentes primários na maioria deste tipo de sabões, sem nenhum componente adicional, como plastificantes, aglutinantes, conservantes e parabenos (FRIEDMAN, 2016). A maioria dos sabões naturais não cria resíduos e subprodutos tóxicos e requer uma quantidade mínima de energia no processo de produção; assim, são mais compatíveis com a natureza (MAOTSELA et al., 2019). Pequenos fabricantes e famílias podem facilmente produzir sabões naturais com ingredientes simples e acessíveis (ANTONIC et al., 2020).

Nos sabões sintéticos, também conhecidos como “syndet”, os agentes de limpeza são geralmente compostos de misturas de surfactantes sintéticos, plastificantes, aglutinantes e outros aditivos (HOLLSTEIN e SPITZ, 1982 ; ABBAS et al., 2004). Os sabões sintéticos são formulados a partir de gorduras, petróleo e produtos à base de óleo usando uma mistura de processos de sulfonação, etoxilação e esterificação (ABBAS et al., 2004). Os produtos de

sabão formulados contêm vários componentes. Os ingredientes mais comuns e amplamente usados são óleos saponificados, corantes, agente quelante, agente de branqueamento, antioxidante, agente espessante e fragrâncias.

Os compostos tóxicos dos surfactantes podem afetar organismos vivos, desde bactérias até mamíferos e partes abióticas do meio ambiente (OLKOWSKA et al., 2014 ; PIRONTI et al., 2020). Os surfactantes e seus produtos de degradação se acumulam nas estações de tratamento de águas residuais e alteram as propriedades físico-químicas das águas superficiais, sedimentos e solos (PIRONTI et al., 2020). A introdução desses compostos residuais no ambiente aquoso pode diminuir a difusão de oxigênio em 40% e aumentar as concentrações de hidrocarbonetos e pesticidas em sistemas aquosos (KRUSZELNICKA et al., 2019 ; DAVEREY E DUTTA, 2020 ; KUMAR et al., 2021). Eles também estão obstruindo os processos de auto-remediação do sistema aquoso e afetam o crescimento e a capacidade de nitrificação de microorganismos no solo (JARDAK et al., 2016).

Os fatores listados podem ser interessantes para ilustrar diversos conceitos fundamentais da Química, tais como a estrutura molecular, reatividade, biodegradabilidade e impacto ambiental dos constituintes do sabão. É inegável que o estudo das propriedades físico-químicas dos componentes do sabão, tais como ponto de fusão, solubilidade, pH e potencial de degradação, é primordial para entender por que há acúmulo destes nos ambientes aquáticos. Além disso, sabe-se que modificações na estrutura do sabão podem alterar a intensidade de toxicidade. Porém, no contexto da educação ambiental, optou-se por discutir alternativas mais sustentáveis e estratégias químicas para minimizar os impactos ambientais, favorecendo uma relação mais consciente entre o uso de produtos químicos e a preservação do meio ambiente. Assim como Guerra e Figueiredo (2014), compreendemos que durante a graduação, a visão ingênua acerca dos problemas ambientais deve ser substituída por reflexões mais profundas, fundamentadas e alicerçadas em pressupostos teórico-epistemológicos, que oportunizem um alcance de valores sociais. Esses elementos podem favorecer a construção de uma sociedade socialmente justa e sustentável.

METODOLOGIA

A pesquisa aqui é apresentada como de natureza básica com abordagem qualitativa e de caráter exploratório. Sendo ainda, caracterizada como uma pesquisa participante. O termo básico perpassa por definir que novos conhecimentos úteis para o avanço da Educação Ambiental sem aplicação prática prevista poderão ser estabelecidos. Na pesquisa exploratória, tal como é comumente idealizada, considerou-se as especificidades das perguntas, desde o

começo da investigação científica (GIL, 2008).

Para reunir experiências, percepções e comportamentos dos participantes optou-se por empregar uma abordagem metodológica alinhada aos conceitos básicos, definições, terminologia e da pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa, em sua essência, faz perguntas abertas cujas respostas não são facilmente expressas em números como, “como” e “por quê” (CLELAND, 2017). É complexo estimar quantitativamente, fenômenos, tais como experiências, atitudes e comportamentos. Por essa conjuntura, na abordagem qualitativa os próprios participantes podem explicar como, por que ou o que estavam pensando, sentindo e experimentando em um determinado momento ou durante um evento de interesse. No entanto, os dados qualitativos abarcam temas e padrões que podem ser difíceis de quantificar. Nesse sentido, é importante garantir que o contexto e a narrativa do trabalho qualitativo não se percam ao tentar quantificar algo que não pretende ser quantificado. Embora o desenho da pesquisa quantitativa prescreva um ambiente controlado para a coleta de dados, a coleta de dados qualitativos pode ocorrer em um local central ou no ambiente dos participantes, dependendo dos objetivos e do desenho do estudo (TENNY et al., 2022).

Tem-se ainda que elementos da pesquisa participante foram amplamente empregados de modo a contribuir com a construção de representações sociais de pesquisas que abrangem problemáticas relacionadas ao ensino superior brasileiro. Na ótica da pesquisa participante, os pesquisadores assumiram o protagonista de pesquisar e participar simultaneamente em todas as etapas. Nesse interlace, pesquisadores e participantes foram instigados por meio de decisões coletivas a indicar reflexões e mudanças de comportamento, bem como a estabelecer atitudes concretas a serem atingidas para uma efetiva conscientização ambiental. O planejamento participativo foi estabelecido conforme orientações de Demo (1995). Deste modo, autodiagnóstico, estratégias de enfrentamento prático e necessidade de organização política da comunidade foram empregados.

Para complementar a abordagem teórica do componente curricular Educação ambiental da UFPE-CAA foi conduzida uma oficina temática relativa à produção de sabão. Para tanto, usou-se elementos da resolução de problemas. A atividade foi dividida em três etapas: a) síntese de sabão artesanal; b) discussão envolvendo os princípios da química verde associados a produção de sabões artesanais; c) proposição de estratégias sintéticas. Durante essa ação, questões (Q01, Q02, Q03) previamente elaboradas de modo sistemático e sequencial foram compartilhadas com 27 estudantes para a devida coleta de dados. Essas questões estão sumarizadas nos quadros apresentados nos resultados e discussão. Para a etapa teórica estes foram divididos em seis grupos e na etapa prática optou-se por agrupá-los em

grupos menores com no máximo 3 estudantes (E1-3; E4-6; E7-9; E10-12; E13-15; E16-18; E19-21; E22-24). A abordagem crítica na dinâmica da Educação Ambiental foi considerada para análise e interpretação dos dados coletados.

O presente estudo empregou métodos de coleta de dados centrados na utilização de questionários impressos aos alunos de graduação que cursavam a disciplina de educação ambiental no segundo semestre de 2023. Cabe destacar que, 4 estudantes eram do curso de licenciatura em química, 6 dos cursos de engenharia civil, 10 pedagogia, 3 licenciatura em matemática e 4 licenciatura em física.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

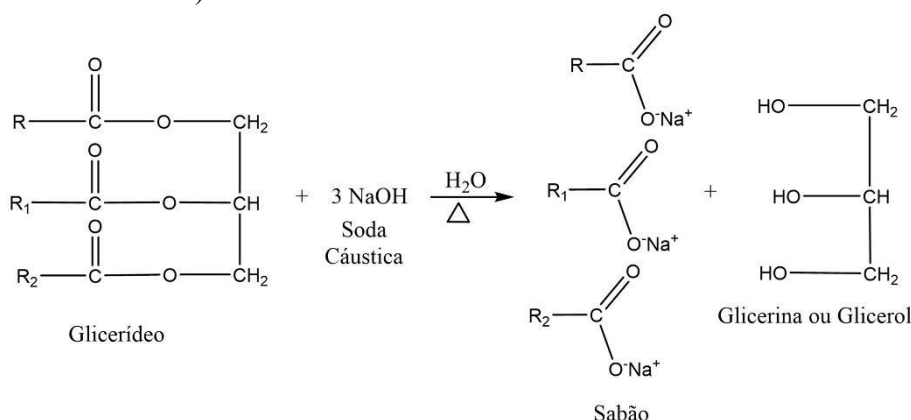
Uma parcela significativa da população produz sabão, no entanto, essa produção muitas vezes não ocorre de modo seguro, eficiente e consciente na ótica ambiental, assim, a problemática em relação a produção de sabão ainda se faz pertinente. Com base nisso, inicialmente foi proposta uma atividade de caráter teórico e prático que abarque os princípios da resolução de problemas. Essa atividade foi aplicada para estudantes de um componente curricular eletivo, a saber Educação Ambiental. Cabe destacar que a atividade proposta dialoga com as normativas legais que orientam a formação docente. Mais especificamente no artigo 8, na Diretriz Curricular Nacional para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica de 2019 (BRASIL, 2019) foi estabelecido que os cursos destinados à formação docente devem usar metodologias inovadoras que estimulem, por exemplo, a capacidade de resolução de problemas (RP).

Conceitos químicos, teóricos e/ou experimentais, mobilizados por graduandos foram mediados com uso de metodologia por resolução de problemas (RP). Trata-se de um método de ensino que tem suas ascendências na educação matemática (MORI *et al.*, 2020). A RP concretiza o compromisso de envolver graduandos com o processo de ensino aprendizagem para reverberar o aprimoramento de competências e organizações cognitivas relevantes. No tecer da RP, o refletir, raciocinar, argumentar e tomar decisões diante de cada problema proposto passa a ser parte ativa na construção do conhecimento científico e pedagógico. A utilização de RP no ensino superior transcende o significado de metodologia.

A atividade substanciada por elementos da RP é apresentada nos Quadros 1, 2 e 3. Os experimentos executados, conforme apresentados no Quadro 1, foram previamente selecionadas de modo a favorecer uma aproximação entre conteúdos teóricos e práticos da disciplina de Educação Ambiental de forma a colaborar com a formação cidadã dos estudantes.

Quadro 1 - Parte experimental da RP. Protocolos sintéticos para síntese de sabão artesanal.

A síntese de sabão artesanal faz parte da rotina de muitos núcleos familiares brasileiros. Em muitas situações recorre-se as essas ações por motivos econômicos, e outrossim por questões de conscientização ambiental, principalmente quanto ao descarte de óleos e gorduras. Assim sendo, nesse primeiro momento, os estudantes da disciplina de **Educação ambiental** foram convidados para executar distintos protocolos de síntese de sabão. Para tanto, considera-se especificamente a reação genérica que descreve o processo de saponificação. Os três grupos funcionais R, R₁ e R₂ correspondentes aos ácidos graxos formadores do triglicerídeo reagem, cada um deles, com um mol de base (totalizando três mols de NaOH).



Grupo 01. Protocolo A*

Somente aquecer os 15 mL de água

Grupo 02. Protocolo B*

Aquecer 30 mL com o Capim Limão, filtrar posteriormente. (fazer um chá bem concentrado)

Grupo 03. Protocolo C*

Aquecer 30 mL de água com o Alfazema, filtrar posteriormente. (fazer um chá bem concentrado)

Grupo 04. Protocolo D*

Aquecer 30 mL de água com o Hortelã, filtrar posteriormente. (fazer um chá bem concentrado)

Grupo 05. Protocolo E*

Aquecer 30 mL de água com o Eucalipto, filtrar posteriormente. (fazer um chá bem concentrado)

Grupo 06. Protocolo F*

Aquecer 30 mL de água com o Passiflora, filtrar posteriormente. (fazer um chá bem concentrado)

Fonte: Própria (2024).

Além disso, as ações foram propostas com intuito de aproximar ações de ensino e extensão da UFPE-CAA. O componente curricular de Educação Ambiental desta instituição, tem como objetivo central abarcar o conceito de Educação Ambiental e define suas relações para a conquista dos direitos de cidadania, evidenciando os mecanismos determinantes para as condições de vida das pessoas no ambiente, considerando os aspectos biológicos, físicos, socioeconômicos, culturais, institucionais e a sustentabilidade do planeta. Trata-se de uma

disciplina que amplia os diálogos quanto aos indicativos internacionais, nacionais e locais para uma efetiva Educação Ambiental.

Em consonância com os objetivos dessa disciplina foi criado em julho de 2023 o Projeto de Extensão “Bolhas de Sabão”. O desenvolvimento desse projeto de extensão se caracteriza pelo exercício de reflexão e planejamento, na tentativa de estreitar as relações entre Universidade e comunidade por meio da fabricação de sabão com redução de misturas de surfactantes sintéticos, plastificantes, aglutinantes e outros aditivos. Assim, ampliar a conscientização ambiental é uma das premissas básicas do projeto. Ao levar ações práticas deste projeto para aula de Educação Ambiental buscou-se articular os saberes acadêmicos e não acadêmicos. Essa estratégia também foi estabelecida para reforçar que é possível caminhar em direção a indissociabilidade Ensino-Extensão-Pesquisa.

É oportuno destacar que o cuidado em relação ao descarte de óleo e gorduras é um dos elementos abordados no projeto. Embora o óleo esteja no estado líquido, ao ser descartado, por exemplo, em pias ou vasos sanitários, ocorre mistura com água ou outras substâncias, o que pode favorecer sua solidificação. Assim sendo, esse resíduo sólido pode obstruir as tubulações das redes coletoras de esgoto. Essa conjuntura pode gerar ao menos dois problemas, um de ordem econômica e outro na ótica ambiental. Uma vez que essa obstrução leva a um ineficiente funcionamento das estações de tratamento de esgoto (ETEs) isso implicará em gasto governamentais, que poderiam ser utilizados, por exemplo, na saúde e educação.

Ainda nessa perspectiva, as dificuldades operacionais das ETEs acabam também contribuindo para que parte desse sólido estacione nas superfícies dos rios e lagos. Esse fato acelera a morte de várias espécies aquáticas, uma vez que, a entrada de luz e oxigênio acaba ficando restrita ou mesmo totalmente inviabilizada. O cenário aqui apresentado, pode ainda ser mais alarmante se considerar que um litro de óleo pode contaminar cerca de vinte e cinco mil litros de água (ABIOVE, 2023).

Dentre os aspectos estruturantes das problemáticas ambientais, tem-se ainda que 3 bilhões de litros de óleos vegetais são consumidos tanto em ambientes domésticos, como em estabelecimentos comerciais, conforme evidenciado pela Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2023). Esse número reforça a necessidade de delinear estratégias para minimizar ou eliminar seu descarte indevido.

A atividade prática executada em aula, foi proposta também com objetivo de socializar ações para reduzir os impactos negativos quanto ao descarte de óleo de cozinha em locais inapropriados. No entanto, o cuidado quanto a esse descarte não foi identificado, sobretudo,

quando os participantes foram questionados sobre o descarte dos reagentes químicos e métodos empregados na síntese de sabão artesanal (Quadro 01). Nas suas elaborações textuais notou-se a predominância em apontamentos relativos ao uso demasiado de outras substâncias, tais como, sabão em pó, detergente e água sanitária. A ênfase dada a tais produtos industrializados pode indicar uma preocupação relacionada ao metabolismo dessas substâncias ao longo das cadeias alimentares.

Argumentos substantiados nas problemáticas ambientais também foram elencadas em elaborações textuais generalizadas para discorrer se as sínteses de sabão propostas nos protocolos de 1 a 4 (Quadro 02) estavam em consonância com os princípios da química verde. Os grupos de estudantes E1-3, E4-6, E13-15, E16-18 e E19-21 analisaram apenas se um ou mais dentre os 12 princípios estavam presentes ou não nestes protocolos. Por sua vez, os demais estudantes fizeram considerações pautadas nas especificidades de cada protocolo, analisando-os de acordo com os princípios de química verde. Observou-se, para todos os grupos, a predominância quanto ao uso do termo biodegradáveis. Por definição, materiais, compostos, substâncias e produtos biodegradáveis degradam-se sob condições ambientais naturais através de um organismo biológico. Logo, isso demonstra uma possível associação entre a poluição ambiental e o uso demasiado de produtos cujo tempo de meia vida de degradação no meio ambiente é extremamente alto.

Quadro 2 - Primeira parte teórica da RP. Estratégia para elaboração textual crítica.

Questão 01. Abaixo você recebeu quatro protocolos que descrevem distintos modos empregados para síntese de sabão artesanal. Considerando-se suas habilidades quanto ao manuseio de substâncias químicas, vidrarias, equipamentos elétricos, uso de equipamentos de proteção individual e coletiva estabeleça um laudo técnico simples que aponte os conceitos químicos, teóricos e/ou experimentais, mobilizados nessas rotas sintéticas.

Protocolo 01: Materiais empregados: 5 Litros de óleo usado, 1L de Soda cáustica líquida 1 detergente neutro (500ml), 1L de água, 1L de água sanitária Mistura tudo, mexe por 40 minutos. E coloca para secar.

Protocolo 02: Reagentes: 1 barra de sabão, 1 litro de água, 3 colheres de açúcar, 5 colheres de detergente, 1 colher de vinagre de álcool, 1 colher de sabão em pó, 1 limão. Começo cortando o sabão em pequenos pedaços ou ralando, feito isso vou dissolvendo o mesmo em 1 litro de água quente. Com a panela ainda no fogo vou adicionando os outros ingredientes, sendo o limão o último a ser adicionado. Mexo até que dissolva tudo por completo, desligo o fogo, passo a mistura para um recipiente com tampa e espero esfriar. No outro dia já está pronto para uso.

Protocolo 03: Reagentes: 5L de óleo; 1L de água; 1 copo americano de sabão em pó (190 ml); 1L de soda cáustica ou soda cáustica em pó. Adicionar tudo isso em recipiente e misturar. Depois que misturar colocar todo o produto em uma forma e esperar secar.

Protocolo 04: Materiais e Reagentes: 1- balde, 1- cabo de vassoura para mexer o sabão, 1 litro de soda cáustica já diluída, 4 litros de óleo, 500 mL de sabão líquido, 500 mL de detergente, 500 mL de desinfetante, 100 g de sabão em pó em 200 mL de água (Rende aproximadamente 50 barras de sabão médias). Procedimentos: Colocar o óleo no balde em seguida acrescentar a soda cáustica e mexer até dissolver o óleo, em sequência coloca-se o detergente, o desinfetante, o sabão líquido, sabão em pó e a água, e mexer por cerca de 30 minutos, até obter uma solução com uma boa consistência e já estiver fria. Depois transfere a solução do sabão do balde para uma forma ou bacia e espera o sabão secar por aproximadamente 3 dias, depois é só desenformar e cortar nos tamanhos desejados.

Fonte: Própria (2024).

A responsabilidade social perante o meio ambiente, biodegradação e redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE), que levam ao aquecimento global, podem também estar entre as possíveis justificativas para a escolha da palavra biodegradável. Além disso, a seleção da palavra reflete a possibilidade de redução de ingredientes sintéticos. No entanto, vantagens em relação ao uso de embalagens biodegradáveis não foram encontradas nas respostas para a questão 02 (Quadro 03). Tais respostas estão sumarizadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Respostas referentes à questão 02.

Estudantes	Respostas
E1-3	“Os protocolos apresentados na questão 01 não estão em correspondência com os princípios da química verde, pois utilizam produtos industrializados não biodegradáveis.”
E4-6	“Nenhum desses protocolos da questão 01 estão de acordo com os princípios da química verde, pois, fazem uso de materiais não biodegradáveis como detergente neutro água sanitária a barra de sabão o sabão em pó e o sabão líquido.”
E7-9	“Os protocolos apresentados não se enquadraram com os princípios da química verde, pois, utilizam outros tipos de materiais de limpeza industrializados que não fazem bem ao meio ambiente. Contudo o protocolo 01 tem a preocupação de reaproveitar o óleo usado para a produção de sabão caseiro respeitando os princípios 8 e 7 da química verde.”
E10-12	“O protocolo 01 está em correspondência apenas com os princípios 1, 2, 5, 6, 9 e 11. E não correspondem com os demais justamente por não apresentar um devido cuidado com a preparação e com os materiais utilizados. O protocolo 2 está em correspondência apenas com os princípios 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9 e 11. Estes não correspondem com os demais por não apresentar um devido cuidado com a preparação cuidado com os materiais usados e não ser conduzido em temperatura ambiente. O protocolo 3 está em correspondência apenas com os princípios de 1 a 9 e 11. E não corresponde com os demais por não apresentar um devido cuidado com a preparação cuidado com os materiais usados e possível geração de resíduos. O protocolo está em correspondência apenas com os princípios 2, 5, 6, 7, 9 e 11 e não correspondem com os demais pois por não apresentar uma prevenção um cuidado com a preparação e um cuidado com os materiais usados.”

E13-15	“Em todos os protocolos à ausência dos princípios da química verde isso acontece, pois os protocolos 1, 2, 3 e 4 fazem uso de produtos que não são biodegradáveis, tais como, detergentes sabão em pó desinfetante. Além disso, utilizam produtos que aumentam a toxicidade das substâncias em questão como a água sanitária.”
E16-18	“Os protocolos apresentados na questão 01 não se enquadram nos princípios apresentados da química verde, pois, não há redução dos derivados não há um projeto de eficiência, visto que, a compra de um sabão para produzir outro não é uma solução econômica estável.”
E19-21	“Não são sabões que cumprem com os princípios da química verde. Pois, a água sanitária o sabão em pó, o desinfetante são elementos não metabólicos para o meio ambiente.”
E22-24	“Para química na lógica do desenvolvimento sustentável a questão 01 apresenta protocolos favoráveis e desfavoráveis. Os favoráveis são 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12. Para os desfavoráveis está o 7, pois, há uso de matérias-primas renováveis isso não ocorre pois existe os nos protocolos água sanitária que já é um reprocesso e não exatamente um processo sustentável 8 reduzir derivados no protocolo 4 é usado vários reagentes que para que seja atingida a solução final como soda cáustica desinfetante detergente uso de mais resíduos como óleo sabão líquido e detergente.”
E25-27	“Os protocolos não estão de acordo com os itens 3, 4 e 6 apresentados pela química verde visto que utilizam de materiais como sabão detergente desinfetante os quais são extremamente prejudiciais ao meio ambiente eles são protocolos úteis para o rendimento do sabão, mas ignoram o objetivo principal que é a redução da toxicidade ao meio ambiente.”

Fonte: Própria (2024).

Ademais, descon siderações quanto ao armazenamento e transporte dos produtos obtidos refletem uma certa fragilidade relacionada aos princípios abordados em Educação Ambiental. Visto que, a geração de resíduos também tende a implicar em uma significativa ineficiência de sustentabilidade da cadeia de abastecimento. No entanto, a ausência de tais considerações é uma oportunidade para estabelecer diálogos formativos que reforcem que poluição e deterioração ambiental relacionados ao transporte e manuseio devem ser reduzidas ou mesmo eliminadas.

Particularmente, as embalagens biodegradáveis são apresentadas como solução para minimizar o impacto ambiental dos resíduos plásticos. Em geral, os materiais empregados nessas embalagens se decompõem naturalmente, sem causar danos ao meio ambiente. Portanto, são uma alternativa sustentável às embalagens tradicionais, que podem levar centenas de anos a decompôr-se. No entanto, é importante adicionar um olhar crítico ao uso de embalagens biodegradáveis, haja vista, que estas não são a solução para todos os problemas ambientais relacionados ao descarte de resíduos. No contexto da geração de

resíduos, reciclar e reutilizar sempre que possível configuram-se como alternativas sustentáveis simples e de baixo custo. Redução da poluição e do consumo desenfreado dos recursos naturais, bem como um estímulo à economia circular são fatores que corroboram, tanto para o uso de embalagens biodegradáveis quanto para ações de reutilização e reciclagem.

Ainda que as respostas demonstrem que os(as) estudantes tenham desenvolvido habilidade de formular hipóteses para explicar como os protocolos de 1 a 4 alcançam ou não 12 princípios de química verde, fica evidente que não há uma ligação formal entre a hipótese formulada e os conteúdos trabalhados nas aulas de Educação Ambiental.

Posteriormente, analisou-se o quanto a estratégia experimental delineada a partir da síntese do sabão em adição as problemáticas apresentadas nas questões 01 e 02, corroboram para que os estudantes formassem um possível protocolo de síntese de sabão que contribua sobretudo para redução dos processos de degradação ambiental (Questão 03 do quadro 03).

Cabe destacar que a reutilização de óleos vegetais ou animais foram identificadas em todas as respostas obtidas. No entanto, notou-se apenas preocupação quanto ao manuseio de substâncias químicas e uso de equipamentos de proteção individual. Outro aspecto que merece destaque diz respeito a nomenclatura dos processos sintéticos elaborados pelos estudantes. “Sabão Verde”, “Sabão Simples e fácil”, “Sabão Eficaz: Edição Especial açafrão” foram alguns dos títulos empregados.

Quadro 3 - Segunda parte teórica da RP.

Um caminho para o desenvolvimento de argumentação científica.

Questão 02. Avalie se a produção dos protocolos apresentados na questão 01 estão em correspondência com os Princípios da Química Verde.

Princípios da Química Verde

1. Prevenção: É melhor prevenir os resíduos do que tratar ou limpar os resíduos depois de terem sido criados.
2. Economia de átomos: Os métodos sintéticos devem ser projetados para maximizar a incorporação de todos os materiais usados no processo no produto.
3. Sínteses químicas menos perigosas: Sempre que possível, métodos sintéticos devem ser projetados para usar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao meio ambiente.
4. Projetando produtos químicos mais seguros: Os produtos químicos devem ser projetados para afetar sua função desejada, minimizando sua toxicidade.
5. Solventes e auxiliares mais seguros: O uso de substâncias auxiliares (por exemplo, solventes, agentes de separação etc.) deve ser desnecessário sempre que possível e inócuo quando usado.
6. Projeto para eficiência energética: Os requisitos de energia dos processos químicos devem ser reconhecidos por seus impactos ambientais e econômicos e devem ser

minimizados. Se possível, os métodos sintéticos devem ser conduzidos à temperatura e pressão ambientes.

7. Uso de matérias-primas renováveis: Uma matéria-prima ou matéria-prima deve ser renovável, em vez de esgotada, sempre que técnica e economicamente praticável.

8. Reduzir derivados: A derivatização desnecessária (uso de grupos bloqueadores, proteção/desproteção, modificação temporária de processos físicos/químicos) deve ser minimizada ou evitada se possível, pois tais etapas requerem reagentes adicionais e podem gerar resíduos.

9. Catálise: Os reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) são superiores aos reagentes estequiométricos.

10. Design para degradação: Os produtos químicos devem ser projetados para que, ao final de sua função, se decomponham em produtos de degradação inócuos e não persistam no meio ambiente.

11. Análise em tempo real para prevenção da poluição: Metodologias analíticas precisam ser mais desenvolvidas para permitir monitoramento e controle em processo em tempo real antes da formação de substâncias perigosas.

12. Química inerentemente mais segura para prevenção de acidentes: Substâncias e a forma de uma substância usada em um processo químico devem ser escolhidas para minimizar o potencial de acidentes químicos, incluindo vazamentos, explosões e incêndios.

Questão 03. Estabeleça um possível protocolo de síntese de sabão que contribua sobretudo para redução dos processos de degradação ambiental.

Fonte: Própria (2024).

A utilização do termo “Sabão Verde” pode ser vista como um recurso, mesmo que implícito, para enfatizar que a síntese proposta abarca princípios da química verde. No que concerne o segundo título, bem como a síntese apresentada abaixo, é possível estabelecer uma conexão da ação prática e os fundamentos teóricos de química e educação ambiental. E isso é evidenciado, sobretudo, pela indicação de um possível bioetanol, a saber o “álcool da casca de laranja”. Uma aplicação sustentável do álcool proposto pelos estudantes também pode ser ajustada aos princípios da reutilização. Este pode ainda ser visto como alternativa de alto valor agregado.

E4-6: “Materiais: óleo de cozinha usado, bicarbonato de sódio, álcool derivado da casca de laranja. Primeiro colocar a casca de laranja com água e um pouco de fermento e posteriormente deixar em repouso por até 4 semanas. Depois diluir o bicarbonato em água morna e após a diluição acrescentar o óleo e mexer bem. Por último usar o agente catalítico, no caso o álcool feito da laranja e mexer bem. Não esquecer de utilizar os materiais de segurança básicos jaleco e luvas.”

Na estratégia sintética intitulada “Sabão Eficaz: Edição Especial açafrão” os estudantes mantiveram os reagentes utilizados na atividade prática executada no laboratório de química e apenas alteraram as proporções com a devida multiplicação por fator 10. Estes ainda indicam a adição de *Crocus sativus* (açafrão) como recurso para adicionar cor. Nesse contexto, o acréscimo de um corante natural remota em um primeiro momento é uma ação

promissora para minimizar impactos ambientais e evidencia indícios de conscientização ambiental. A narrativa da estudante favorece discussões quanto ao uso de corantes, uma vez que estes representam um grupo numeroso dentre os aditivos químicos mais empregados nas indústrias alimentícia, farmacêutica, têxtil, de cosméticos, de sanitizantes dentre outras.

Corantes naturais são extraídos de partes das plantas, incluindo caules, raízes, flores, folhas, frutos e cascas. Durante a revolução industrial, corantes naturais foram substituídos por corantes sintéticos. Corantes sintéticos são atualmente predominantes no mercado, condição justificada pelas vantagens em relação ao manuseio, desempenho da cor e reprodutibilidade quando comparada a corantes naturais. Apesar dessas vantagens estes representam uma ameaça significativa à saúde humana e ao meio ambiente de uma forma insustentável. Dentre os riscos oferecidos aos humanos deve-se considerar que corantes sintéticos são importantes sensibilizantes respiratórios e/ou cutâneos e são ainda categorizados como agentes alergênicos, carcinogênicos e mutagênicos.

O posterior descarte de resíduos de corantes em águas residuais é outro agravante, pois sua concentração pode chegar 300 mg/L em águas residuais. A presença do corante pode ser percebida mesmo quando sua concentração é inferior a 1 mg/L e pode ter efeitos devastadores nos ecossistemas aquáticos, como afetar a transparência da água, impedir a transmissão da luz e inibir a fotossíntese das plantas, alterando os níveis de pH e reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido. Tem-se um aumento na demanda biológica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) em efluentes onde identifica-se a presença de corantes (PIZZICATO *et al.*, 2023). O impacto imediato da ampliação desses dois parâmetros é uma maior proliferação de bactérias anaeróbicas. Estas, por sua vez, degradam moléculas orgânicas e o resultado desse processo são substâncias químicas com odor fétido e extremamente nocivas à saúde humana e de animais aquáticos.

Assim sendo, conforme endossado por Che e Yang (2022) biodegradabilidade, compatibilidade ambiental e baixa toxicidade são fatores que reforçam a necessidade de retomar o uso de corantes naturais. Adicionalmente, ainda segundo esses autores, técnicas de extração, a preparação de substratos e até mesmo o processo de tingimento envolvendo corantes naturais são estratégias importantes quanto ao delineamento de inovação sustentável.

No entanto, é imperativo abordar o uso de tais corantes em consideração conjunta com aspectos ambientais, socioeconômicos e de sustentabilidade. Cabe elencar que corantes naturais podem não ser inofensivos ao meio ambiente. Testes de toxicidade e de qualidade e aprovações regulatórias são condições imprescindíveis para indicar a viabilidade do uso de tais corantes em qualquer etapa industrial. As águas residuais contendo corantes naturais e/ou

sintéticos decorrentes de processos industriais são frequentemente libertadas sem tratamento em cursos de água. Em alguns casos estas são utilizadas diretamente para irrigação, causando impactos prejudiciais na saúde humana e nos ecossistemas (LIN *et al.*, 2023).

Conforme destacado anteriormente em apenas um dos protocolos identificou-se o uso de corantes. Essa condição pode estar associada ao ambiente selecionado para as ações práticas definidas pelos estudantes. As respostas obtidas na questão 03 (Quadro 03) mostraram ainda que no delineamento de tais protocolos todos os participantes consideram que a produção do sabão pode ocorrer em ambiente doméstico. Embora considerem o uso de equipamentos de proteção (luvas e jalecos), em nenhuma situação analisada identificou-se o uso de vidrarias, tais como, béquer, bastão de vidro e proveta ou mesmo equipamentos como balança analítica e agitador magnético com aquecimento.

Quando os estudantes indicam que a produção do sabão ocorre especificamente no ambiente domiciliar, isso também pode ser um indício que em seus núcleos familiares essa ação já ocorre de modo constante e/ou rotineiro. A produção de sabão artesanal pode ser um caminho singular para a redução no consumo de produtos industrializados. Esta apresenta-se ainda como uma dinâmica que converge para assumir que é possível estabelecer entrelace entre conhecimento científico e popular. Apesar das complexas intervenções humanas no ambiente, entende-se que o conhecimento popular perpassado de geração em geração é de extrema importância para o desenvolvimento de sociedades mais sustentáveis.

A exploração do conhecimento popular nas premissas da educação ambiental é uma forma de valorizar o conhecimento edificado por grupos sociais que muitas vezes foram excluídos dos processos de escolarização. É uma oportunidade para contextualizar o conhecimento aceito e validado por uma comunidade científica a partir de uma realidade mais próxima daqueles diretamente envolvidos na produção de sabão artesanal. No entanto, é necessário encontrar possibilidades de correlacionar distintos saberes, que não apenas respeitem as tradições locais, mas também incluam atitudes mais amplas de sustentabilidade. Compreende-se, portanto, que a intervenção educativa é um modo para proporcionar referências potencialmente universais de sustentabilidade local e global.

A convergência entre a diversidade das práticas locais e os valores e objetivos da educação ambiental tangenciam a diversificação antropológica e produzem possibilidades de relação entre o individual e o universal. Essas prerrogativas, no viés da educação ambiental, favorecem a associação das práticas e saberes locais às práticas e saberes científicos. O formalismo de uma educação ambiental eficaz representa mais do que um compartilhamento unidirecional de informação. Essa ingerência categoriza-se como um conjunto de ferramentas

que pode desenvolver e melhorar atitudes, valores e conhecimentos ambientais, bem como, para aprimorar competências que preparam indivíduos e comunidades para empreenderem colaborativamente ações ambientais positivas. Assim sendo, a produção de sabão artesanal pode ser indicada com uma ação sinérgica em que as partes interessadas colaboram para abordar questões ambientais compartilhadas ao longo do tempo.

CONCLUSÕES

Após a leitura do presente texto, uma conclusão sobressai: a alfabetização ambiental deve, preferencialmente, ser utilizada em conjunto com novas perspectivas teóricas e metodológicas, além de desenvolver a capacidade de investigação, de argumentação, de compreensão e de levantamento de hipóteses. A utilização de apenas dois termos socioambientais, “biodegradáveis” e “reutilização”, evidencia, uma vez mais, o fundamental papel de atitudes que venha contribuir a partir de problemáticas locais com o processo de formação do estudante cidadão. Em uma dinâmica mais ampla, isto é atualmente importante, uma vez que os futuros profissionais precisam ser capazes de avaliar o impacto a longo prazo das políticas sociais, econômicas e ecológicas para preservar o meio ambiente. A educação ambiental transcende o mero compartilhamento de informações quanto às problemáticas relacionadas à degradação ambiental e alterações climáticas. É imperativo que sistemas educacionais de ensino colaborem para um aumento de consciência ambiental de modo a ensinar os indivíduos a pensarem criticamente e melhorem as habilidades de resolução de problemas e tomada de decisão. Por esta elaboração textual, entende-se também que o interlace entre conhecimento popular e conhecimento científico pode contribuir para o desenvolvimento de sociedades mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ABBAS, S. GOLDBERG, J.W. MASSARO, M. Personal cleanser technology and clinical performance *Dermatol. Ther.*, 17 (2004), pp. 35-42.
[<https://doi.org/10.1111/j.1396-0296.2004.04S1004.x>].

ABIOVE. <https://abiove.org.br/>, acessada em maio de 2024.

ANTONIĆ, B. DORDEVIĆ, D. JANČIKOVÁ, S. TREMLOVA, B. KUSHKEVYCH, I. Physicochemical characterization of home-made soap from waste-used frying oils *Processes*, 8 (10) (2020), p. 1219. [<https://doi.org/10.3390/pr8101219>].

Che, J.; Yang, X. *Heliyon*. A recent (2009–2021) perspective on sustainable color and textile coloration using natural plant resources, **2022**, 8, 10.
[<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10979>].

DAVEREY, A. DUTTA, K. COVID-19: eco-friendly hand hygiene for human and environmental safety **J. Environ. Chem. Eng.** (2020), p. 104754. [https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104754].

DEMO, P. Educar pela Pesquisa. Campinas: Autores Associados, 1996. v. 1. 129p.

FESSENDEN, R. J.; FESSENDEN, J. S. Techniques and Experiments for Organic Chemistry; PWS Publishers; Boston; 1983.

FRIEDMAN, M. Chemistry, formulation, and performance of Syndet and combo bars Soap Manufacturing Technology, **Elsevier** (2016), pp. 73. [https://doi.org/10.1016/B978-1-63067-065-8.50004-9].

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

HOLLSTEIN, M. SPITZ, L. Manufacture and properties of synthetic toilet soaps **J. Am. Oil Chem. Soc.**, 59 (10) (1982), pp. 442-448. [https://doi.org/10.1007/BF02634431].

JARDAK, K. DROGUI, P. DAGHRIR, R. Surfactants in aquatic and terrestrial environment: occurrence, behavior, and treatment processes **Environ. Sci. Pollut. Res.**, 23 (4) (2016), pp. 3195-3216. [https://doi.org/10.1007/s11356-015-5038-x].

KHATTAB, TA, ABDELRAHMAN, MS & REHAN, M. Textile dyeing industry: environmental impacts and remediation. **Environ Sci Pollut Res** 27 , 3803–3818 (2020). [https://doi.org/10.1007/s11356-019-07137-z].

KRUSZELNICKA, I. GINTER-KRAMARCZYK, D. WYRWAS, B. IDKOWIAK, J. Evaluation of surfactant removal efficiency in selected domestic wastewater treatment plants in Poland. **J. Environ. Health Sci. Eng.**, 17 (2) (2019), pp. 1257-1264. [https://doi.org/10.1007/s40201-019-00387-6].

KUMAR, A. JAIN, V. DEOVANSHI, A. LEPCHA, A. BAUDDH, C. DAS, K. SRIVASTAVA, S. Environmental impact of COVID-19 pandemic: more negatives than positives. **Environ. Sustain.** (2021), pp. 1-8. [https://doi.org/10.1007/s42398-021-00159-9].

Lin, J.; Ye, W.; Xie, M.; Seo, D. H.; Luo, J.; Wan, Y.; Bruggen, B. Van. Environmental impacts and remediation of dye-containing wastewater. **Nat. Rev. Earth Environ.** 2023, 4, 785. [https://doi.org/10.1038/s43017-023-00489-8].

MAOTSELA, T. DANHA, G. MUZENDA, E. Utilization of waste cooking oil and tallow for production of toilet “Bath” soap. **Procedia Manufact.**, 35 (2019), pp. 541-545. [https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.07.008].

MCMURRY, J.; *Química Orgânica*, 3ª ed., Cengage Learning: São Paulo, 2016.

OLKOWSKA, E. RUMAN, M. POLKOWSKA, Ż. Occurrence of surface active agents in the environment. **J. Anal. Method. Chem.**, 2014 (2014). [https://doi.org/10.1155/2014/769708].

PIRONTI, C. MOTTA, O. RICCIARDI, M. CAMIN, F. CUCCINIELLO, R. PROTO, A. Characterization and authentication of commercial cleaning products formulated with biobased surfactants by stable carbon isotope ratio. **Talanta**, 219 (2020), Article 12125. [<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121256>].

PIZZICATO, B.; PACIFICO, S.; CAYUELA, D.; MIJAS, G.; RIBA-MOLINER, M. Advancements in Sustainable Natural Dyes for Textile Applications: A Review. **Molecules** 2023, 28, 5954. [<https://doi.org/10.3390/molecules28165954>].

SILVA, B. G. e PUGET, F. P. Sabão de sódio glicerinado: produção com óleo residual de fritura. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-15, 2010.

SILVEIRA G, A. F; FIGUEIREDO, M. L. Dossiê, Ensino superior e questões ambientais: mudanças climáticas, ambientalização curricular e formação de professores. **Educação em Revista**, v. 30, spe, p. 57-71, 2014. DOI: 10.1590/0104-4060.38110.

TENNY, S.; BRANNAN, J. M.; BRANNAN, G. D. *Qualitative Study*. StatPearls, 2022.

ZUIN, V. G. EILKS, I; ELSCHAMI, M; KUMMERER, K. Education in Green Chemistry and in Sustainable Chemistry: perspectives towards sustainability. **Green Chemistry**, v. 23, p. 1, 2021. [<http://dx.doi.org/10.1039/D0GC03313H>].

Submetido em: 16/10/2025

Aceito em: 20/10/2025

Publicado em: 30/12/2025

Avaliado pelo sistema *double blind review*