

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
GOIÁS - CÂMPUS GOIÂNIA
BACHARELADO EM QUÍMICA**

BRUNO DE ÁVILA TEIXEIRA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DO CLORETO DE SÓDIO COMO
CONSERVANTE EM DETERGENTES: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL**

Goiânia, 2025



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Bruno de Melo Teixeira

Matrícula: 20121011650782

Título do Trabalho: ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO CLORATO DE SÓDIO COMO CONSERVANTE EM DETERGENTES: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia
Local

13 de 12
Data

Bruno de Melo Teixeira

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

BRUNO DE ÁVILA TEIXEIRA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DO CLORETO DE SÓDIO COMO
CONSERVANTE EM DETERGENTES: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Química pelo Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás – Campus Goiânia, na área de
concentração Química Analítica e
Microbiologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lidiaine Maria
dos Santos; Coorientador: Prof. Dr.
Ronney Fernandes Chagas.

Goiânia, 14 de março de 2025.

T266a Teixeira, Bruno de Ávila.
Análise da viabilidade do uso do cloreto de sódio como conservante em detergentes: uma solução sustentável / Bruno de Ávila Teixeira. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2025.
44 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Lidiaine Maria dos Santos.
Coorientador: Prof. Dr. Ronney Fernandes Chagas.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Detergentes. 2. Cloreto de sódio (NaCl). 3. Produtos de limpeza. I. Santos, Lidiaine Maria dos (orientadora). II. Chagas, Ronney Fernandes (coorientador). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. IV. Título.

CDD 668.14

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

ATA Nº 01/2025

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos quatorze dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e cinco, às 18:00 horas, no Instituto Federal de Goiás, Campus Goiânia, situado à Rua 75, Setor Central da cidade de Goiânia, Estado de Goiás, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso do Graduando **Bruno de Ávila Teixeira** (matrícula 20181011080282) do curso Bacharelado em Química, no segundo semestre do ano de dois mil e vinte e quatro. A banca foi composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. Lidiaine Maria dos Santos, Prof. Dr. Ronney Fernandes Chagas, Profa. Dra. Alessandra Rodrigues Duarte e Prof. Dra. Ana Clara de Oliveira Ferraz Barbosa, sob a presidência da primeira. O trabalho de conclusão de curso tem como título "Análise da viabilidade do uso do cloreto de sódio como conservante em detergentes: uma solução sustentável", área de Química, sob orientação da Profa. Dra. Lidiaine Maria dos Santos e coorientação do Prof. Dr. Ronney Fernandes Chagas. Após a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso, tendo sido o autor arguido pela Banca Examinadora, a nota final foi **8,0**.

Encerra-se a presente sessão às 19 horas e 20 minutos. Eu, Profa. Dra. Lidiaine Maria dos Santos, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca e pelo graduando.

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Alessandra Rodrigues Duarte

(Assinado eletronicamente)

Prof. Dra. Ana Clara de Oliveira Ferraz
Barbosa

(Assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Ronney Fernandes Chagas

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Lidiaine Maria dos Santos

(Assinado eletronicamente)

Bruno de Ávila Teixeira
(Graduando)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Lidiane Maria dos Santos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/05/2025 19:53:57.
- **Bruno de Ávila Teixeira**, 20181011080282 - Discente, em 25/03/2025 14:33:04.
- **Ronney Fernandes Chagas**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/03/2025 04:31:21.
- **Ana Clara de Oliveira Ferraz Barbosa**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/03/2025 21:37:53.
- **Alessandra Rodrigues Duarte**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/03/2025 17:29:25.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 14/03/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 627195

Código de Autenticação: c8b8e0f288



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110

Sem Telefones cadastrados

RESUMO

Os detergentes são amplamente utilizados na limpeza e se diferenciam dos sabões em relação à composição química e ao método de fabricação, apresentando maior eficiência, especialmente em águas duras. Entretanto, muitos detergentes convencionais contêm tensoativos não biodegradáveis e conservantes sintéticos, como o triclosan e as isotiazolinonas, que podem causar danos ao meio ambiente e representar riscos à saúde humana. Considerando esses impactos, este estudo avaliou a viabilidade do uso de cloreto de sódio (NaCl) como conservante em detergentes, visando minimizar os efeitos ambientais e proteger a saúde dos consumidores, mantendo a qualidade e a eficácia do produto. Para isso, foram desenvolvidas três formulações com diferentes combinações de matérias-primas, substituindo conservantes sintéticos por NaCl, que apresenta baixa toxicidade e propriedades antimicrobianas devido à ação de osmose. As amostras foram analisadas quanto ao aspecto, densidade e viscosidade ao longo do tempo para verificar a estabilidade das formulações. Testes microbiológicos foram realizados para monitorar o crescimento de fungos e bactérias, utilizando meios de cultura específicos e condições controladas de incubação. Os resultados indicaram que as formulações apresentaram boa estabilidade e que o NaCl foi eficaz como espessante e conservante, preservando a qualidade do produto. As amostras apresentaram viscosidade superior à dos detergentes comerciais, conferindo um diferencial competitivo, embora ajustes sejam necessários para evitar dificuldades de escoamento. A eficiência de limpeza não foi testada diretamente, mas considerada satisfatória com base na escolha das matérias-primas e nos resultados positivos dos testes de estabilidade e microbiológico. A ausência de crescimento microbiano por quatro meses confirmou a atividade antimicrobiana do NaCl. Concluiu-se que o uso de NaCl como conservante é uma alternativa viável e sustentável para substituir compostos sintéticos em detergentes, reduzindo os impactos ambientais e os riscos à saúde. No entanto, a eficácia antimicrobiana foi comprovada apenas em curto prazo, sugerindo a necessidade de pesquisas adicionais para aperfeiçoar a conservação a longo prazo. As formulações desenvolvidas demonstraram potencial para comercialização local, com possibilidade de expansão regional ou nacional, caso novos estudos comprovem maior durabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Limpeza. Triclosan. Isotiazolinonas. Osmose. Impactos ambientais.

ABSTRACT

Detergents are widely used in cleaning and differ from soaps in terms of chemical composition and manufacturing process, offering greater efficiency, especially in hard water. However, many conventional detergents contain non-biodegradable surfactants and synthetic preservatives, such as triclosan and isothiazolinones, which can harm the environment and pose health risks. Considering these impacts, this study evaluated the feasibility of using sodium chloride (NaCl) as a preservative in detergents, aiming to minimize environmental effects and protect consumer health while maintaining product quality and effectiveness. To achieve this, three formulations were developed with different combinations of raw materials, replacing synthetic preservatives with NaCl, which has low toxicity and antimicrobial properties due to its osmotic action. The samples were analyzed for appearance, density, and viscosity over time to verify the stability of the formulations. Microbiological tests were conducted to monitor fungal and bacterial growth using specific culture media and controlled incubation conditions. The results indicated that the formulations showed good stability and that NaCl was effective as a thickener and preservative, preserving product quality. The samples had higher viscosity than commercial detergents, providing a competitive advantage, although adjustments are needed to avoid flow difficulties. Cleaning efficiency was not directly tested but was considered satisfactory based on the selection of raw materials and the positive results of the stability and microbiological tests. The absence of microbial growth for four months confirmed the antimicrobial activity of NaCl. It was concluded that the use of NaCl as a preservative is a viable and sustainable alternative to replacing synthetic compounds in detergents, reducing environmental impact and health risks. However, antimicrobial efficacy was only proven in the short term, suggesting the need for further research to improve long-term preservation. The developed formulations demonstrated potential for local commercialization, with the possibility of regional or national expansion if future studies confirm greater durability.

KEYWORDS: Cleaning. Triclosan. Isothiazolinones. Osmotic Action. Environmental impact.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
3	OBJETIVOS	24
3.1	OBJETIVO GERAL	24
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
4	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6	CONCLUSÃO	34
7	REFERÊNCIAS	35
8	APÊNDICE	43

1 INTRODUÇÃO

Detergentes são produtos de limpeza que têm a função de reduzir a tensão superficial da água, facilitando a remoção de sujeiras. A principal diferença entre sabão e detergente é que o sabão pode ser produzido a partir de ácidos graxos, enquanto que o detergente é feito com ácido sulfônico, composto obtido do petróleo. Assim, a principal vantagem dos detergentes é a de que eles são mais resistentes à ação de íons minerais presentes na água, tendo alto poder de limpeza mesmo em águas duras. Porém, eles podem ter como desvantagem, maior impacto ambiental do que os sabões, sendo esse impacto conferido principalmente ao uso de tensoativos não biodegradáveis e aos conservantes sintéticos. Já os sabões têm a vantagem de serem biodegradáveis, mas tem menor eficiência de limpeza em águas duras, além de possuírem menor eficácia na limpeza por terem menor poder tensoativo e poderem agredir mais a pele devido ao seu potencial hidrogeniônico (pH) (Babajanzadeh, Sherizadeh, Ranji, 2019; Arruda, Cunha, Santiago, 2018).

De acordo com Cherubini (2021), tanto os detergentes quanto os sabões também podem causar impactos ambientais nos ambientes aquáticos. Os surfactantes, substâncias responsáveis por reduzir a tensão superficial da água e permitir a remoção de sujeira e gordura, estão presentes nessas formulações e podem contribuir para a formação excessiva de espuma na superfície da água. Esse acúmulo de espuma resulta na diminuição do oxigênio dissolvido, afetando negativamente os seres que dependem dele para sobreviver. Para minimizar esse impacto, deve-se aplicar um tratamento de efluente capaz de remover eficientemente os surfactantes antes que o efluente seja lançado nos rios, mares ou lagos. Técnicas como fotocatálise ou ultrafiltração têm sido aplicadas para este fim (Biosan, [S.d.]).

Os tensoativos biodegradáveis são aqueles que são facilmente degradados por microrganismos do meio ambiente, ou seja, quando descartados, eles são decompostos em substâncias mais simples. Usar esses surfactantes causa menor impacto ambiental que os não biodegradáveis e por isso a Resolução RDC nº 694/2022 da ANVISA exige que os detergentes lava-louças sejam fabricados com esse tipo de de tensoativo naturalmente degradável (Daxia, 2020; ANVISA, 2022a).

Os conservantes sintéticos mais usuais na conservação dos detergentes são

o triclosan (TSC) e a isotiazolinona (MIT), que são de amplo espectro contra bactérias e fungos, eles têm ação antimicrobiana e biocida. Entretanto, em detergentes, o triclosan tem função antimicrobiana, já a ação do MIT é a de ser biocida (Formiga, Batista, Pessoa, 2022; Silva *et al.*, 2020). Um conservante antimicrobiano age inibindo o crescimento dos microrganismos, enquanto que um biocida tem a capacidade de eliminá-los. Contudo, esses conservantes podem trazer vários problemas à saúde e ao meio ambiente devido às suas propriedades que podem causar desde alergias à bioacumulações (Pimenta *et al.*, 2024; Arlindo, 2025; Medeiros *et al.*, 2019).

O estudo de Travagim *et al.* (2023) demonstrou que o cloreto de sódio é um conservante capaz de substituir conservantes sintéticos, como o formaldeído (formol), amplamente utilizado na conservação de peças anatômicas devido ao seu baixo custo. Entretanto, o formol apresenta sérios riscos à saúde, pois é carcinogênico e pode provocar problemas respiratórios e visuais. O cloreto de sódio também tem sido amplamente usado para a conservação de alimentos como os processados, as carnes curadas e os peixes salgados. Nesse contexto, o cloreto de sódio se apresenta como uma alternativa segura e viável para a conservação de outros produtos, como os detergentes (Souza, 2023).

O cloreto de sódio apresenta menor risco à saúde em comparação aos conservantes sintéticos devido à sua baixa toxicidade. Sua ação conservante ocorre por meio do processo de osmose, um mecanismo passivo em que a água atravessa uma membrana semipermeável do meio menos concentrado para o mais concentrado. Quando aplicado em um meio, o cloreto de sódio aumenta a concentração do ambiente extracelular, tornando-o hipertônico em relação ao interior das células. Como resultado, as células perdem água, comprometendo processos metabólicos essenciais. Essa perda de água leva a um estado de sobrevivência, inibindo funções vitais, como a sinalização intracelular e a ativação da divisão celular, dificultando a proliferação de microrganismos (Lopes, 2024).

Portanto, o principal objetivo desse trabalho é desenvolver um detergente sem quaisquer conservantes sintéticos, como o triclosan e a isotiazolinona. Pretende-se usar apenas o cloreto de sódio como conservante, já que ele tem propriedades antimicrobianas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A História E A Evolução Da Higiene

A água sempre desempenhou um papel fundamental na higiene e na sobrevivência dos seres vivos. Desde os tempos mais remotos, os primeiros seres humanos provavelmente perceberam suas propriedades de limpeza ao utilizá-la em conjunto com outros materiais naturais, resultando na criação de compostos semelhantes ao sabão. Entre os povos antigos, os fenícios foram um dos primeiros a produzir de sabão a partir da mistura de gordura animal e cinzas. Ao longo dos anos, esse método evoluiu para se tornar a base dos produtos de limpeza modernos (Scabin, 2024; Massi, Leonardo Júnior, 2019).

A fabricação de sabões passou por uma grande transformação a partir do desenvolvimento do carbonato de sódio em 1791. No século XX, surgiram os sabões em escama e em pó, mas foi apenas após a Segunda Guerra Mundial que os detergentes sintéticos começaram a dominar o mercado. Diferentemente do sabão tradicional, os detergentes apresentavam maior eficiência na remoção de sujeira, especialmente em águas duras, onde o sabão perdia sua eficácia. O avanço das formulações permitiu a introdução do alquilbenzeno sulfonato de sódio, um tensoativo altamente eficiente, tornando os detergentes amplamente utilizados tanto na limpeza doméstica quanto na indústria (Massi, Leonardo Júnior, 2019; Green Química, [S.d.]).

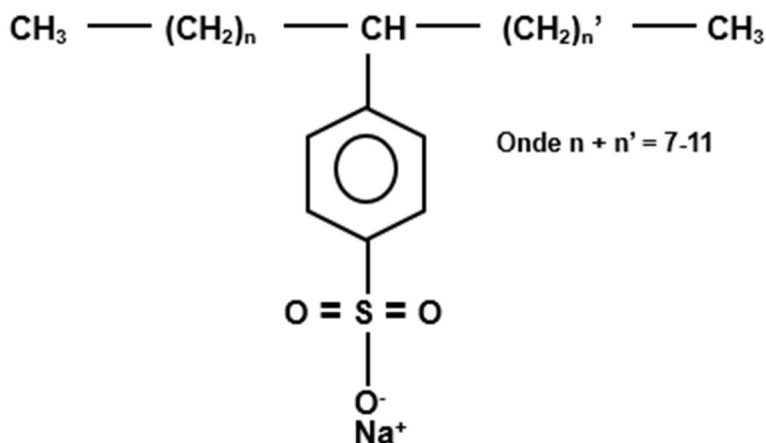
No Brasil, a fabricação de detergentes lava-louças em escala industrial teve início na década de 1950, com a fundação da Orniex Desinfetantes Domésticos Ltda. por Juca Carrano. Localizada no bairro da Barra Funda, em São Paulo, a empresa produzia uma linha completa de produtos de limpeza, incluindo detergentes para louças. Esse período marcou uma transição na forma como os produtos de limpeza eram fabricados e utilizados no país, consolidando os detergentes como uma alternativa mais prática e eficiente ao sabão tradicional (Morales, 2024).

Inicialmente, os detergentes eram formulados com alquilbenzeno de cadeia ramificada, um composto que, apesar de eficaz, apresentava baixa biodegradabilidade, tornando-se um poluente persistente nos corpos d'água. A crescente preocupação ambiental levou à substituição deste componente pelo alquilbenzeno linear sulfonato de sódio (LAS), que é mais facilmente degradado por

microrganismos, reduzindo os impactos ecológicos. No entanto, mesmo os detergentes biodegradáveis não estão isentos de causar danos ao ecossistema, pois sua decomposição nem sempre é completa, podendo gerar subprodutos nocivos (Bonfim, 2006).

A estrutura do LAS tem grupos alquil ($\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-}$) que dão o caráter hidrofóbico à molécula. O grupo sulfonato ($\text{-SO}_3^-\text{-Na}^+$) é altamente polar e solúvel em água. Já o anel benzênico (C_6H_5) conecta as cadeias alquil ao grupo sulfonato conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Estrutura molecular do alquilbenzeno linear sulfonato de sódio



Fonte: Penteadó; El Seoud; Carvalho, 2006

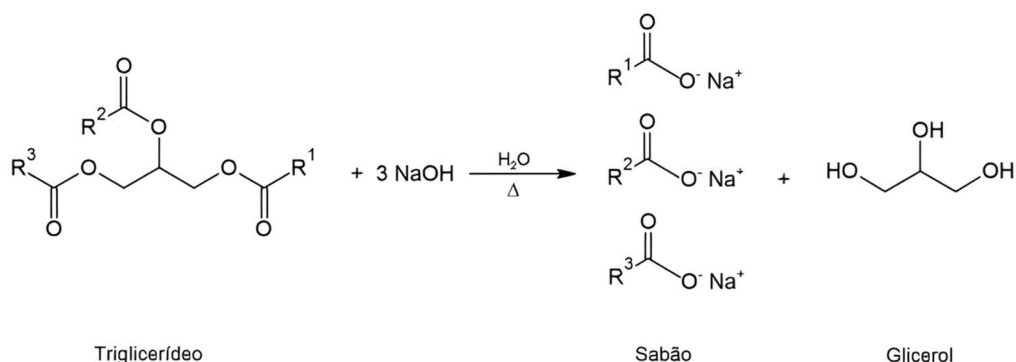
A produção de detergentes continua a evoluir, incorporando ingredientes mais sustentáveis e processos que minimizem os impactos ambientais. O desenvolvimento de fórmulas mais ecológicas, como a substituição de fosfatos por compostos menos agressivos e a criação de detergentes concentrados, busca reduzir o desperdício e a poluição.

2.2 Sabão E Detergente

Sabões e detergentes são agentes de limpeza que se diferem significativamente em suas composições químicas e processos de produção. Os sabões são sais de sódio ou potássio derivados de ácidos graxos, obtidos por meio da saponificação (Figura 2), que é a reação entre gorduras ou óleos e uma base forte, como hidróxido de sódio ou potássio, formando glicerol (subproduto) e o sabão. Já os detergentes são compostos sintéticos, geralmente derivados do petróleo, produzidos pela sulfonação de hidrocarbonetos, resultando em sais de ácido

sulfônico (Lima *et al.*, 2024, Moraes, 2017).

Figura 2 - Reação de saponificação



Fonte: UFPR, 2017

Uma diferença crucial entre sabão e detergente é o comportamento em presença de água dura, que contém íons de cálcio e magnésio. Os sabões tendem a reagir com esses íons, formando precipitados insolúveis que reduzem sua eficácia na limpeza. Por outro lado, os detergentes são mais eficazes nessas condições, pois não formam precipitados com os íons presentes na água dura (Pierini *et al.*, 2015).

Do ponto de vista ambiental, tanto sabões quanto detergentes podem ser biodegradáveis, mas isso não elimina completamente seus impactos no meio ambiente. Eles formam espuma que pode se acumular em corpos d'água, prejudicando a vida aquática. Portanto, apesar de serem biodegradáveis, o descarte inadequado desses produtos pode resultar em sérios danos ambientais (Cavalheiro *et al.*, 2024).

Os detergentes são constituídos por água, que é essencial para o crescimento de fungos e bactérias, eles conseguem se desenvolver mesmo em baixas quantidades de água. Quando não há quantidade de água livre disponível, os microrganismos entram em um estado de dormência, mantendo-os vivos, porém com diversas vias metabólicas inibidas ou reduzidas. Portanto, é necessário que haja conservantes para inibição da ação dos microrganismos no detergente. Os compostos conhecidos como Isotiazolinonas e Triclosan são um dos mais empregados como agentes de preservação de detergentes. Segundo a Anvisa, a quantidade máxima de triclosan no detergente é 0,3%, e do metilisotiazolinona é de 0,01% (Coelho, 2022; Dules, 2019; ANVISA, 2022b).

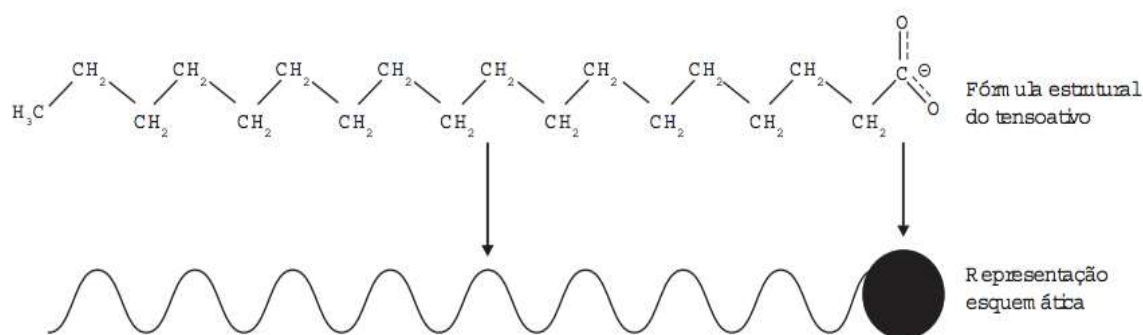
Os sabões também contêm água, mas em menor quantidade do que os detergentes, especialmente os em barra. Além disso, possuem um pH mais alto (alcalino), o que cria um ambiente desfavorável ao crescimento de microrganismos, pois a maioria das bactérias e fungos preferem condições neutras ou levemente ácidas para se proliferar (Souza *et al.*, 2021).

2.3 Tensoativos E Demais Matérias Primas Do Detergente

Os tensoativos, também conhecidos como surfactantes, são compostos químicos presentes em sabões e detergentes, sendo responsáveis por sua capacidade de limpeza. Eles permitem que líquidos que normalmente não se misturam, como água e gordura, sejam dispersos um no outro. Isso ocorre devido à sua estrutura anfifílica, que contém duas partes distintas na mesma molécula: uma parte polar e solúvel em água (hidrofílica) e outra apolar e insolúvel em água (hidrofóbica) (Daltin, 2011; Adetunla *et al.*, 2023).

A Figura 3 ilustra a fórmula estrutural do tensoativo mostra uma longa cadeia de carbonos e hidrogênios que é a parte apolar do surfactante, enquanto que o grupo carboxilato no fim da cadeia é sua parte polar. Já a representação esquemática representa a cauda hidrofóbica com a linha ondulada e a cabeça hidrofílica com o círculo preto.

Figura 3 - Fórmula estrutural e representação esquemática de um tensoativo

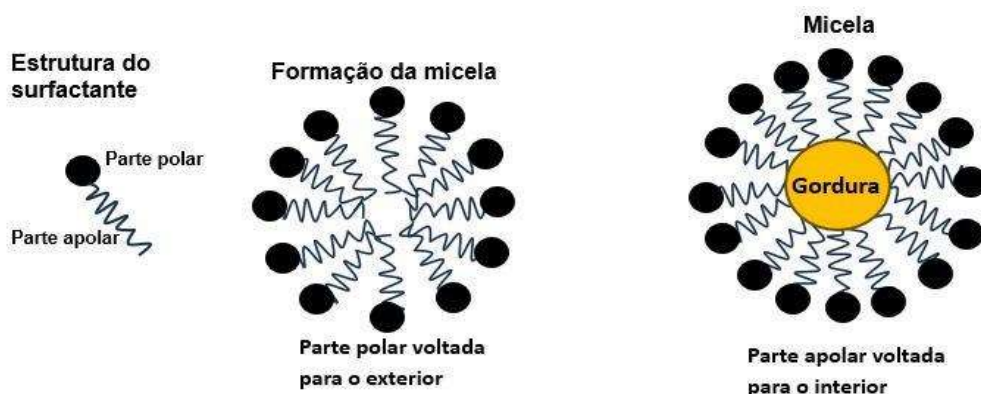


Fonte: Daltin, 2011.

Em outras palavras, os tensoativos facilitam a dispersão e remoção de partículas de sujeira e gordura ao permitir que essas partículas sejam envolvidas e afastadas das superfícies sujas, durante o processo de limpeza. O mecanismo de ação ocorre porque as moléculas de tensoativo se organizam em micelas, estruturas

esféricas que envolvem a sujeira, encapsulando-a no interior hidrofóbico do surfactante, enquanto a parte externa hidrofílica do tensoativo interage com a água. Isso permite que resíduos insolúveis em água, como óleos, gorduras e graxas, sejam suspensos e removidos com maior eficiência (Daltin, 2011; Freitas, 2017). A Figura 4 mostra como a micela é formada, a partir da ação do surfactante. A parte polar, que é a que interage com a água, fica para fora e a parte apolar, que reage com a gordura, fica para dentro.

Figura 4 - Ação do surfactante na gordura, formando a micela



Fonte: Daltin, 2011.

Além dos produtos de limpeza, os tensoativos também são usados como emulsificadores, umectantes e penetrantes em outras aplicações. Os emulsificadores ajudam a misturar substâncias que normalmente não se misturam, como água e óleo. São muito usados em alimentos (maionese, sorvetes) e cosméticos (loções, cremes). Já os umectantes retêm a umidade, mantendo os produtos hidratados. Eles têm utilidade em cosméticos (hidratantes, cremes dentais) e alimentos embalados. Os penetrantes aumentam a capacidade de outros compostos penetrarem em superfícies ou tecidos. São utilizados em produtos agrícolas (herbicidas), cosméticos e limpadores especializados (Moreira, 2010; Sharma e Arya, 2022).

Existem quatro principais classes de tensoativos: aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfóteros. Os aniônicos possuem carga negativa e são eficazes na remoção de sujeira e espuma em grande quantidade, sendo amplamente usados em detergentes e sabões em pó. Os catiônicos, com carga positiva, têm propriedades desinfetantes e amaciantes, encontrados em desinfetantes e amaciantes de roupas. Já os não iônicos não possuem carga elétrica, o que reduz a formação de espuma,

sendo utilizados em limpadores domésticos e industriais. Os anfóteros possuem tanto cargas positivas quanto negativas, variando conforme o pH do meio. Eles são conhecidos por sua suavidade, sendo usados em produtos cosméticos como xampus infantis (Garcia *et al.*, 2024; Acorsi, [S.d.]).

A importância dos tensoativos é evidente em diversos setores, como limpeza doméstica, higiene pessoal, indústria alimentícia, farmacêutica e até na agricultura. Eles proporcionam limpeza eficaz, estabilidade em emulsões e melhoram a distribuição de ingredientes ativos em formulações diversas. Contudo, seu uso não é isento de malefícios. Alguns tensoativos podem ser tóxicos para organismos aquáticos, não se degradar facilmente no meio ambiente ou causar irritações na pele e nos olhos. Por isso, o desenvolvimento e aplicação de tensoativos biodegradáveis e menos agressivos têm ganhado destaque na indústria (Najim, Radeef, 2023; Zagar, Srivastava, 2023).

Os surfactantes mais utilizados na produção de detergentes são o lauril éter sulfato de sódio e o ácido sulfônico. Além dos tensoativos, para que os detergentes sejam constituídos, é necessário que se utilize uma formulação específica. Normalmente, as outras matérias primas dos detergentes são: a água, que possui grande importância como solvente; os espessantes e conservantes como o cloreto de sódio (NaCl), que pode ter as duas funções (O NaCl é comumente usado como espessante, o conservante mais usual é o metilisotiazolinona); os sequestrantes, que são usados para complexar íons causadores de dureza, como o EDTA; os hidrótopos, que são estabilizadores que impedem a separação de fases; os alcalinizantes como o hidróxido de sódio, para ajustar o pH, e os corantes e as essências, que somente dão visual e aroma agradável (Rêgo Júnior, 2019).

2.4 Controle De Qualidade De Detergentes

Os detergentes devem passar por testes físico-químicos para garantir a qualidade e a possibilidade de comercialização. De acordo com Lopes (2017) e Silva (2019), algumas análises são comumente realizadas para avaliar diferentes aspectos do produto.

A cor, o odor e o aspecto são parâmetros verificados para atender às expectativas dos consumidores. O aspecto é analisado para identificar a presença de precipitados, turvação e partículas suspensas, sendo essa avaliação feita de

forma visual e olfativa.

O índice de refração também é um parâmetro importante, pois está relacionado à capacidade de um material de alterar a trajetória da luz ao atravessá-lo. Essa análise é útil para manter a qualidade do detergente em cada produção, uma vez que qualquer alteração na refração pode indicar impurezas ou variações nas quantidades de matérias-primas, já que cada material possui um índice de refração específico.

Outro fator essencial é a medição do pH, que determina a acidez ou a alcalinidade do produto. Um pH menor que 7 indica um meio ácido, enquanto valores acima de 7 indicam um meio básico. O pH igual a 7 representa um meio neutro. A identificação do potencial hidrogeniônico do detergente é fundamental para garantir a segurança dos consumidores e avaliar a eficiência da limpeza.

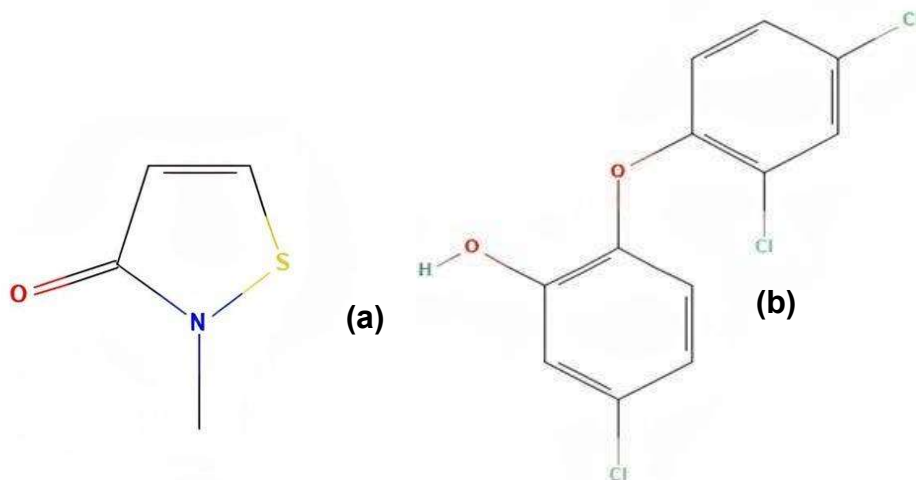
A densidade, que relaciona a massa e o volume do material, é analisada para identificar os compostos presentes no detergente. Assim como o índice de refração, essa medida permite detectar substâncias impuras ou alterações na formulação do produto.

Por fim, a viscosidade do detergente é avaliada para determinar sua resistência à deformação quando submetido a uma força em determinada temperatura. Um fluido com menor viscosidade se movimenta com mais facilidade, enquanto um detergente mais viscoso apresenta menor escoamento, garantindo maior rendimento e proporcionando uma experiência mais satisfatória para o consumidor.

2.5 Isotiazolinona, Triclosan E Cloreto De Sódio

As isotiazolinonas são uma classe de compostos heterocíclicos que possuem um anel de cinco membros contendo enxofre e nitrogênio, amplamente utilizados como conservantes em produtos como cosméticos, detergentes, tintas e outros produtos industrializados. Sua popularidade deve-se à eficácia contra uma grande variedade de microrganismos, incluindo bactérias, fungos e leveduras. Entre as isotiazolinonas mais utilizadas estão a metilisotiazolinona (MIT) e a metilcloroisotiazolinona (CMIT) (Oliveira, 2023).

Figura 5 - Estrutura da metilisotiazolinona (a) e do triclosan (b)



Fonte: PubChem, 2025

A Figura 5 mostra a estrutura química da metilisotiazolinona (MIT) e do triclosan (TSC). O enxofre presente na metilisotiazolinona forma ligações covalentes com grupos tiol de enzimas essenciais nos microrganismos, inativando-as e/ou interrompendo funções celulares vitais. Já os átomos de cloro no triclosan (TSC) aumentam sua lipofilicidade, permitindo que ele atravesse facilmente as membranas celulares. Isso facilita a interação do triclosan com componentes celulares, inibindo enzimas essenciais ao metabolismo dos microrganismos (Dules, 2019; Felício *et al.*, 2021).

O mecanismo de ação das isotiazolinonas envolve sua entrada nas membranas celulares microbianas, causando o vazamento do conteúdo celular e levando à morte dos microrganismos. Além disso, esses compostos inibem enzimas essenciais para o metabolismo microbiano, bloqueando a síntese de biomoléculas vitais, como proteínas e ácidos nucleicos. Estudos também sugerem que as isotiazolinonas podem interferir na transdução de sinal celular, afetando funções celulares críticas, como a regulação hormonal e a comunicação intracelular. Devido a essa ação mista, são eficazes contra cepas resistentes a antibióticos (Araújo; Gonçalves, 2024).

As isotiazolinonas têm levantado preocupações quanto à segurança e ao impacto ambiental. Elas são conhecidas por causarem sensibilização cutânea, dermatite de contato e reações alérgicas, especialmente em pessoas com pele sensível. Quando descartadas inadequadamente, podem contaminar corpos d'água,

afetando a fauna e a flora aquática. Esses compostos são moderadamente persistentes no ambiente e podem ter efeitos tóxicos sobre organismos aquáticos, incluindo peixes e algas. Devido a esses problemas, muitas regulamentações internacionais, incluindo as da União Europeia, limitaram o uso de isotiazolinonas em produtos cosméticos. No Brasil, a Anvisa também estabelece limites rigorosos para a concentração desses conservantes em produtos de consumo, buscando minimizar os riscos à saúde (Villarinho, 2020).

O triclosan é um agente antimicrobiano amplamente utilizado devido à sua eficácia contra uma grande variedade de microrganismos. Ele está presente em produtos de higiene, como sabonetes, pastas de dente, desodorantes e detergentes. Sua estrutura química é hidrofóbica e lipofílica, o que lhe permite interagir facilmente com as membranas celulares microbianas (Lima *et al.*, 2020).

O mecanismo de ação do triclosan envolve a quebra da membrana celular microbiana, aumentando sua permeabilidade e causando a lise celular, o que resulta na morte de microrganismos. Além disso, o triclosan atua inibindo uma enzima essencial para a biossíntese de ácidos graxos, interrompendo o crescimento e a reprodução das bactérias. Apesar de sua eficácia antimicrobiana, o uso prolongado e em concentrações inadequadas de triclosan tem sido associado ao desenvolvimento de resistência bacteriana (João, 2025).

Estudos demonstram que a exposição crônica ao triclosan pode levar à seleção de cepas resistentes, especialmente em *Staphylococcus aureus*, dificultando o tratamento de infecções. Isso ocorre porque o triclosan, ao alterar as estruturas dos biofilmes bacterianos, favorece a troca de material genético entre bactérias, incluindo genes de resistência a antibióticos. Esse fenômeno é particularmente preocupante em ambientes hospitalares, onde a disseminação de bactérias multirresistentes representa um risco significativo à saúde pública. Devido às suas implicações ambientais e à preocupação com a resistência antimicrobiana, o uso de triclosan tem sido amplamente debatido. Organizações reguladoras em diversos países estabeleceram limites para sua concentração em produtos de consumo, enquanto alternativas menos prejudiciais são continuamente pesquisadas (Formiga, Batista, Pessoa, 2022; Costa *et al.*, 2018).

O cloreto de sódio, conhecido popularmente como sal de cozinha, é um composto químico formado pela combinação de sódio (Na^+) e cloro (Cl^-). Ele é um

dos sais mais comuns na natureza e possui uma ampla variedade de aplicações, sendo essencial tanto na indústria quanto no consumo doméstico (Meng, Wang, 2023).

Na alimentação, o cloreto de sódio é utilizado para realçar o sabor dos alimentos, auxiliar na conservação e atuar como agente desidratante em certos processos de cura. Na indústria cosmética e de saneantes, ele desempenha funções como emulsificante, conservante e agente de espessamento (Alvaro, 2023). A obtenção do sal pode ocorrer por meio da evaporação da água do mar (Figura 6) ou pela mineração de rochas salinas, sendo a evaporação solar o método mais sustentável e menos impactante para o meio ambiente (Araújo, [S.d.]).

Figura 6 - Extração do cloreto de sódio por meio de evaporação, retirado do mar



Fonte: Araújo, [S.d.]

Uma de suas propriedades notáveis é a capacidade de aumentar a viscosidade de soluções em que está presente. Esse efeito ocorre devido à interação dos íons Na^+ e Cl^- com moléculas de água e outras substâncias dissolvidas. Quando adicionado a cosméticos ou produtos de limpeza, o sal age alterando a estrutura da solução, promovendo um espessamento eficaz sem comprometer a estabilidade da fórmula (Chiroli, Campos, Silva, 2013).

A sua ação como conservante está diretamente relacionada à sua capacidade de desidratação. Como substância higroscópica, o cloreto de sódio atrai e retém moléculas de água, reduzindo a umidade do meio onde está presente. No caso de microrganismos, esse mecanismo ocorre através do processo de osmose: a água

dentro das células dos microrganismos é puxada para fora devido à diferença de concentração salina entre o meio interno e externo. Essa perda de água provoca a desidratação e inativa os microrganismos, impedindo sua proliferação e prolongando a vida útil dos produtos (Moura, 2017).

2.6 Impactos Dos Detergentes Ao Meio Ambiente E Aos Seres Vivos

O triclosan e as isotiazolinonas presentes em muitos detergentes podem prejudicar a vida aquática ao impedir o crescimento de certas espécies, afetando o desenvolvimento e a reprodução de organismos. Isso desestabiliza cadeias alimentares e contribui para a extinção de alguns seres. Esses compostos são persistentes no ambiente, o que aumenta o risco de bioacumulação. Além disso, substâncias como alquilfenóis e ftalatos atuam interferindo nos hormônios naturais dos seres vivos, o que pode causar deformidades, infertilidade e até mudanças no sexo de animais aquáticos (Fernandes *et al.*, 2022; Fogarolli, 2024).

O triclosan tem sido detectado em estações de tratamento de água e esgoto em várias partes do mundo, além de já ter sido encontrado no leite materno, no plasma sanguíneo e na urina humana, evidenciando sua ampla disseminação. Quando exposto à luz, o triclosan pode se degradar em 2,8-dicloro-dibenzeno-p-dioxina (2,8-DCDD) (Figura 7), um composto potencialmente cancerígeno. O problema é agravado pela incapacidade dos tratamentos convencionais de água e efluentes, em remover eficientemente esse conservante.

Figura 7 - Reação do triclosan formando 2,8-dicloro-dibenzeno-p-dioxina



Fonte: Fidelis *et al.*, 2020

Os tensoativos presentes nos detergentes formam espuma na água, bloqueando a entrada de luz em rios e lagos, o que afeta organismos fotossintetizantes essenciais para o ecossistema aquático. Além disso, esses tensoativos removem o revestimento oleoso das penas de aves aquáticas,

prejudicando sua capacidade de flutuação. Outro impacto ambiental significativo é a eutrofização de corpos d'água, causada pelo excesso de fosfatos usados para melhorar o desempenho dos detergentes. Os fosfatos promovem o crescimento excessivo de algas, reduzindo o oxigênio dissolvido na água e afetando a fauna aquática. Para minimizar esse problema, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no Brasil estabeleceu um limite máximo de fósforo em detergentes de 4,80%, conforme a Resolução n. 359/05 (Gonçalves *et al.*, 2015; Assis *et al.*, 2024).

Outro fator crítico é o pH dos detergentes. Produtos com pH muito alto são eficazes na remoção de sujeira, mas podem causar queimaduras na pele e irritação nos olhos. Já os detergentes com pH muito ácidos podem ser corrosivos. No Brasil, a Resolução 694/2022 da Anvisa estabelece que o pH de detergentes lava louças deve ser na faixa de 5,5 a 9,5 (Marraffa, 2023; Anvisa, 2022a).

Diversas técnicas de tratamento de águas e efluentes têm sido implementadas para remover compostos prejudiciais presentes em detergentes. A adsorção com carvão ativado destaca-se no tratamento de água como um método eficaz na remoção de compostos orgânicos persistentes, como o triclosan e as isotiazolinonas, devido à sua capacidade de reter essas moléculas em sua superfície porosa. Entretanto, essa técnica requer substituições frequentes do material adsorvente, o que pode aumentar os custos operacionais (Westphalen, Corção, Benetti, 2016).

Já no tratamento de efluentes industriais, os Processos Oxidativos Avançados (POAs) são frequentemente utilizados. Esses processos envolvem a geração de radicais hidroxila altamente reativos, capazes de degradar contaminantes orgânicos complexos. Apesar de sua eficiência, os POAs demandam alto consumo de energia e produtos químicos, tornando-os métodos de alto custo (Souza, 2016).

Diante dos impactos ambientais e à saúde humana, cresce a pressão para que as indústrias substituam conservantes sintéticos por alternativas menos prejudiciais. Muitas empresas já começaram a reformular seus produtos e investem em pesquisas para desenvolver detergentes mais sustentáveis. No entanto, a conscientização dos consumidores é fundamental para estimular práticas de consumo mais seguras e ecológicas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um detergente substituindo conservantes sintéticos como triclosan e isotiazolinona por cloreto de sódio, para que o impacto na saúde e no meio ambiente seja reduzido.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver três formulações diferentes de detergentes.
- Avaliar a melhor alternativa em comparação aos detergentes que contêm conservantes sintéticos.
- Realizar testes de qualidade nas três formulações de detergentes.
- Analisar amostras de detergentes das marcas Minuano® e Proeza®.
- Comparar os resultados obtidos para estabelecer um parâmetro de qualidade aceitável pelos consumidores.
- Realizar testes microbiológicos nas três formulações de detergentes preparadas.
- Avaliar a viabilidade dessas formulações para a produção em indústrias de produtos de limpeza.

4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

4.1 FORMULAÇÕES DE DETERGENTES

O detergente foi formulado seguindo a metodologia descrita por Theves (2017), com algumas modificações. As matérias primas foram ácido sulfônico 90% ($\text{R-SO}_3\text{H}$) como tensoativo aniônico, hidróxido de sódio 99% (NaOH) como alcalinizante, cocamida dietanolamina (DEA)/ amida 60% ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$) como espessante, lauril éter sulfato de sódio 27% ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OSO}_3\text{Na}$) como tensoativo aniônico e cloreto de sódio P.A (NaCl) como espessante e conservante. Todos os reagentes utilizados foram da marca Ibraq[®].

O hidróxido de sódio foi homogeneizado em água, até a completa dissolução. Essa solução foi adicionada ao ácido sulfônico. A mistura foi feita manualmente até completa dissolução e, em seguida, foi colocada a amida.

Depois, o pH foi aferido e ajustado para ficar entre 6 e 8 usando um pHmetro da marca MS Tecnopon[®]. Após o ajuste, adicionou-se o lauril éter sulfato de sódio e homogeneizou-se. Por fim, adicionou-se o cloreto de sódio diluído em água. Foram testadas três formulações diferentes (cálculos realizados estão no Apêndice), fazendo variações de concentração (m/m) de cada matéria prima, conforme descrito no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Porcentagem de cada matéria prima nas formulações

Componente	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
Ácido sulfônico	1,50%	1,50%	1,00%
NaOH	0,20%	0,20%	0,15%
Amida	1,00%	1,00%	1,00%
Lauril	18,00%	20,00%	20,00%
NaCl	4,00%	4,50%	4,50%

As porcentagens indicam a quantidade de cada matéria-prima na formulação, não sua concentração isolada. Por exemplo, na Formulação 1, a soma dos ingredientes dá 24,7%, ou seja, 75,3% da mistura é água, onde os componentes estão diluídos.

Fonte: Autoria Própria

Após a fabricação dos três detergentes os mesmos passaram por testes de qualidade. Depois eles foram deixados em repouso em temperatura ambiente, em frascos pet.

O detergente de formulação 1 foi deixado em repouso por 133 dias e os de

formulação 2 e 3, ficaram em repouso por 131 dias. Depois deste período foram feitos testes microbiológicos.

4.2 TESTES DE QUALIDADE

Foram realizadas avaliações do aspecto visual, da densidade absoluta a 30°C (utilizando picnômetro de 50 mL) e da viscosidade cinemática (com viscosímetros copos Ford nº 4 e 6) nos detergentes após a fabricação. O método adotado seguiu as descrições de Silva (2019) e Lopes (2017), com as devidas adaptações. Os mesmos testes foram realizados em amostras de detergentes comerciais das marcas Minuano® e Proeza®.

Para o cálculo das densidades, utilizou-se a equação 1:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

m é a massa do detergente (g);

v é o volume do picnômetro calibrado (mL);

ρ a densidade medida de cada detergente (g/mL).

Para o cálculo das viscosidades, foi utilizada a equação 2:

$$v = A.t + B \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

A é a primeira constante relacionada ao nº do copo Ford;

B é a segunda constante relacionada ao nº do copo Ford;

t o tempo de escoamento de cada detergente no copo Ford, em segundos;

v a viscosidade de cada detergente (mm²/s).

4.3 TESTES MICROBIOLÓGICOS

Os métodos foram realizados de acordo com Alves *et al.* (2021) com adaptações.

4.3.1 Preparo das Amostras

Foi feita a separação de amostras de cada formulação de detergente de forma asséptica. Duas amostras de cada formulação foram utilizadas para o teste de proliferação de fungos e outras duas para verificar o crescimento de bactérias.

4.3.2 Preparação para verificação de proliferação e crescimento de fungos

Para a detecção de fungos nas amostras de detergentes, utilizou-se o meio de cultura Ágar Batata, associado à técnica de semeadura em superfície. Seis placas de Petri contendo o meio já solidificado foram preparadas, e em cada uma foi colocada uma quantidade da amostra dos detergentes testados. A amostra foi espalhada sobre a superfície do meio utilizando uma alça de Drigalski, devidamente esterilizada. As placas foram então incubadas em estufa a 30°C por 5 dias, para observar a possível formação de colônias de fungos. Caso houvesse formação de colônias, as placas que apresentassem entre 25 e 250 colônias seriam submetidas à quantificação, utilizando um contador de colônias. Caso acontecesse o crescimento de colônias, os resultados seriam expressos em Unidades Formadoras de Colônias por mililitro de amostra (UFC/mL).

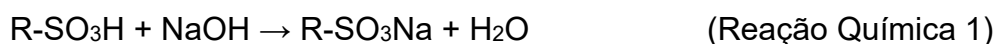
4.3.4 Preparação para verificação de proliferação e crescimento de bactérias

Para a detecção de colônias bacterianas, foi utilizado o meio de cultura Ágar Padrão para Contagem (PCA) e a técnica de semeadura em superfície. Seis placas de Petri contendo o meio solidificado foram preparadas, e em cada uma foi colocada uma amostra dos detergentes testados, que foi espalhada sobre a superfície do meio utilizando uma alça de Drigalski devidamente esterilizada. As placas foram incubadas em estufa a 30°C por 48 horas, para observar a possível formação de colônias. Caso houvesse crescimento, as placas que apresentassem entre 25 e 250 colônias seriam submetidas à quantificação, com o auxílio de um contador de colônias. Caso acontecesse o crescimento de colônias, os resultados seriam expressos em Unidades Formadoras de Colônias por mililitro de amostra (UFC/mL).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As matérias-primas utilizadas na fabricação dos detergentes foram escolhidas por serem as mais disponíveis e de fácil acesso. O NaOH e o Lauril éter sulfato de sódio (LESS) também são comumente encontrados nas concentrações de 50% e 70%, respectivamente. Concentrações mais altas dessas matérias-primas as tornam mais caras, mas podem trazer benefícios significativos. O LESS 70%, por exemplo, pode aumentar o poder de limpeza do detergente, se utilizado em proporção semelhante ao LESS 27%. Além disso, ao utilizar o LESS 70%, se adiciona menor quantidade de água ao detergente, o que é outra vantagem. Já o NaOH 50% permite um ajuste de pH mais rápido e controlado durante o processo de fabricação. Porém, a substituição do LESS 27% e do NaOH 99% por suas versões mais concentradas exige o recálculo das proporções das demais matérias-primas, para garantir a estabilidade e a eficácia do detergente. Por isso, a indústria deve realizar uma análise criteriosa de custo-benefício antes de definir quais concentrações utilizar, para evitar retrabalhos e possíveis erros decorrentes desses ajustes (Alves *et al.*, 2022; Borković *et al.*, 2024).

O NaOH precisou ser diluído antes de ser adicionado ao ácido sulfônico (R-SO₃H) para garantir que a neutralização fosse controlada e homogênea. Esse ácido teve que ser neutralizado porque o pH dele é 2 e sua neutralização resulta na formação do sulfonato de sódio, um surfactante aniônico. A amida foi incorporada logo após a neutralização do R-SO₃H para garantir sua dissolução adequada, sendo responsável por aumentar a viscosidade de maneira controlada. Ao adicionar a cocamida DEA ao ácido sulfônico neutralizado, não ocorre a criação de um novo composto químico, mas sim uma forte interação entre o grupo amida e os íons sulfato e sulfonato. Como resultado, há um aumento na solubilidade, na formação de espuma e no espessamento do detergente. A reação química 1 mostra a formação do sulfonato de sódio (eCycle, [S.d.]; Carbon & Chemicals, [S.d.]; Chemax, [S.d.]):



O pH precisou ser mantido entre 6 e 8 antes da adição do LESS, a fim de garantir a estabilidade deste tensoativo. O LESS ao ser incorporado junto ao ácido sulfônico neutralizado misturado com a amida, também não forma um novo composto químico. O LESS é um surfactante que tem como papel ser o principal responsável

pela formação de espuma no detergente. Porém, ele é extremamente sensível a variações de pH, o que pode levar à sua degradação ou precipitação fora dessa faixa. Em pH abaixo de 6, o grupo sulfato do LESS pode ser protonado, reduzindo sua solubilidade em água, o que resulta na precipitação do tensoativo e na perda de sua atividade. Já em pH acima de 8, a hidrólise do éter sulfato pode ser favorecida, promovendo a degradação do LESS. Manter o pH dentro dessa faixa não só preserva a eficácia do tensoativo, mas também ajuda a evitar reações alérgicas nos consumidores (Barros, 2021).

O NaCl foi diluído antes de ser acrescentado à mistura para evitar formar grumos. Além disso, se ele não estivesse totalmente dissolvido, ele poderia desestabilizar os tensoativos e causar separação de fases. Uma diluição inadequada do sal poderia resultar em sua maior concentração em algumas partes da mistura, o que, por sua vez, poderia levar à precipitação dos surfactantes. Além disso, as micelas formadas pelos tensoativos aniônicos poderiam ser desestabilizadas, comprometendo a eficácia do produto final (Rocha; Frederico, 2020; Acorsi, [S.d.]).

O NaCl não se combinou diretamente com as outras matérias primas usadas no detergente para formar novos compostos estáveis, sendo adicionado em maior quantidade do que o usual, com o objetivo de atuar tanto como espessante quanto como conservante nos detergentes. A quantidade de LESS também foi aumentada para garantir a estabilidade da formulação, especialmente com o aumento da quantidade de sal. Por outro lado, o ácido sulfônico e a amida foram incorporados em menores quantidades para reduzir o custo final de cada formulação de detergente, o que também resultou em uma menor necessidade de NaOH. No entanto, a baixa porcentagem dessas três últimas matérias-primas não comprometeria o poder de limpeza dos detergentes, já que o LESS, sendo um surfactante, foi adicionado em maior quantidade, garantindo a eficácia do produto (Barros, 2021; Barros, 2020).

Ao avaliar o aspecto visual dos detergentes tanto imediatamente após a fabricação quanto após o período de repouso, não foram observados problemas como turvação ou precipitação. Isso indica que as formulações apresentaram estabilidade, sugerindo que a mistura foi bem equilibrada e não houve separação de fases ou degradação dos componentes (Santos, 2016).

A Tabela 1 apresenta os resultados de densidade e viscosidade dos

detergentes fabricados, comparados com os produtos das marcas Proeza® e Minuano®. Esses dados permitem avaliar as características físicas dos detergentes em relação aos produtos comerciais, proporcionando uma análise comparativa sobre suas propriedades. Os cálculos realizados para a obtenção desses resultados estão apresentados no Apêndice.

Tabela 1 – Densidade e viscosidade cinemática dos detergentes fabricados e dos detergentes comerciais

Detergente	Densidade absoluta (g/mL)	Viscosidade cinemática copo Ford 4 (mm ² /s)	Viscosidade cinemática copo Ford 6 (mm ² /s)
Formulação 1	1,04	-	1.968,37
Formulação 2	1,04	-	1.606,30
Formulação 3	1,04	-	2.252,85
Proeza®	1,01	276,51	179,60
Minuano®	1,02	447,31	330,46

Fonte: Autoria própria

A densidade dos detergentes fabricados e das marcas Proeza® e Minuano® foram semelhantes, indicando que as formulações 1, 2 e 3 estavam dentro do padrão comercial. O pequeno aumento na densidade dos detergentes formulados pode ser atribuído ao aumento na quantidade de NaCl e LESS utilizados, como mencionado anteriormente. Esses ingredientes, quando aplicados em maiores quantidades, podem elevar ligeiramente a densidade, uma vez que os detergentes comerciais geralmente são formulados com uma quantidade menor dessas matérias-primas (Oliveira, Melo Filho; Afonso, 2013).

A viscosidade dos detergentes das formulações 1, 2 e 3 foi significativamente maior do que a dos produtos das marcas Proeza® e Minuano®. Os detergentes fabricados não escoaram no copo Ford nº 4, e o maior valor de viscosidade observado a partir do copo Ford nº 6 foi cerca de 12 vezes superior ao valor de viscosidade do detergente Proeza®. Essa alta viscosidade pode ser um aspecto positivo para os consumidores, que frequentemente associam maior viscosidade a uma maior concentração de matéria ativa. Em outras palavras, quanto mais viscoso o detergente, maior seria o seu poder de limpeza e rendimento, o que pode ser uma característica valorizada no produto (Rêgo Júnior, 2019).

Embora a viscosidade não seja diretamente proporcional ao poder de limpeza, o aumento na viscosidade dos detergentes das formulações 1, 2 e 3 ocorreu devido

ao acréscimo de NaCl, o que resultou em um aumento na quantidade de Lauril Éter Sulfato de Sódio (LESS) na formulação. Esse tensoativo desempenha um papel importante na ação de limpeza do detergente. Embora uma viscosidade mais alta possa ser benéfica já que os consumidores normalmente a requerem, é importante considerar se ela pode trazer desafios no processo de diluição durante a lavagem ou afetar o escoamento do produto pelo frasco.

A viscosidade elevada pode, portanto, ser vantajosa, mas requer avaliação cuidadosa de como isso impacta na utilização prática do produto. A indústria saneante deve então avaliar se é viável fabricar um detergente com alta viscosidade, para atrair mais clientes, considerando o custo tanto do detergente como do frasco que pode ter que ser adaptado para escoar o detergente com alta viscosidade. Caso o custo-benefício do detergente de maior viscosidade não seja vantajoso, a fábrica pode escolher o de menor ou mediana viscosidade, ou seja, deve-se escolher a que se adequar ao frasco comumente usado.

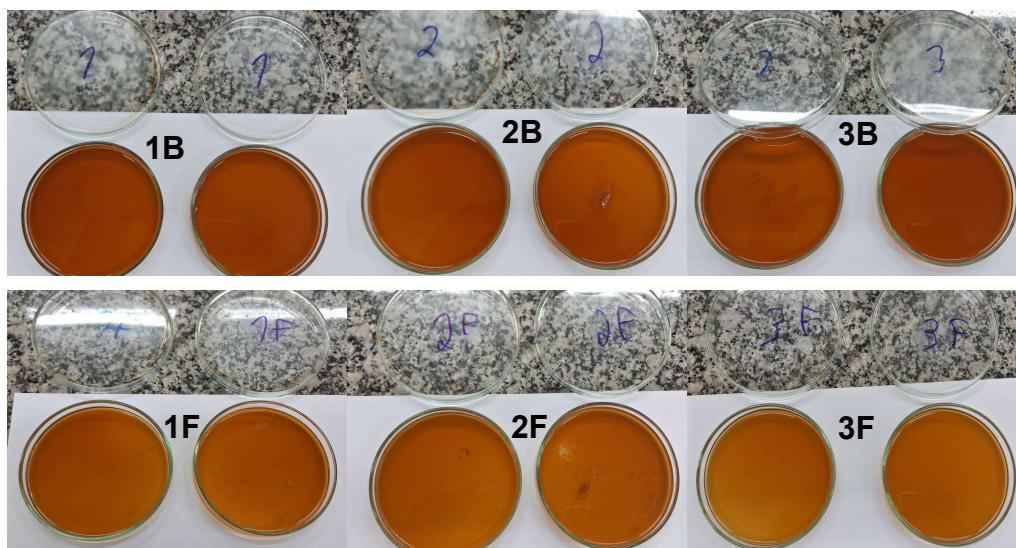
O lauril éter sulfato de sódio (LESS), utilizado neste trabalho, não deve ser confundido com o lauril sulfato de sódio (SLS). O LESS é considerado mais suave e menos agressivo à pele em comparação ao SLS. Embora o LESS possa causar irritação, isso geralmente ocorre em concentrações superiores a 15%, especialmente quando há uso diário e contínuo sem enxágue. No entanto, essa situação não se aplica a detergentes, uma vez que esses produtos são amplamente enxaguados após o uso. Nas formulações analisadas, a maior concentração de LESS foi de 4,6%, conforme os dados apresentados no Apêndice.

O impacto ambiental causado pela alta viscosidade nos detergentes formulados neste trabalho é baixo, pois o NaCl, principal responsável pela viscosidade, se dilui rapidamente no ambiente e não prejudica significativamente a biodegradabilidade dos outros componentes. Além disso, efluentes domésticos e industriais contendo detergentes viscosos devem ser tratados adequadamente para evitar danos ambientais (Dias, [S.d.]).

Os testes microbiológicos foram realizados com o intuito de determinar uma possível data de validade dos detergentes formulados. Isso porque um dos principais fatores considerados para determinar a validade dos detergentes, é o tempo que leva para surgir colônias de fungos ou bactérias (Sironi, 2009). As figuras 8 e 9 mostram as placas contendo os meios após semeadura superficial com os detergentes em

contato com microrganismos por 5 dias. Esses testes microbiológicos foram realizados após 133 dias de fabricação do detergente de formulação 1 e depois de 131 dias de fabricação dos detergentes de formulações 2 e 3.

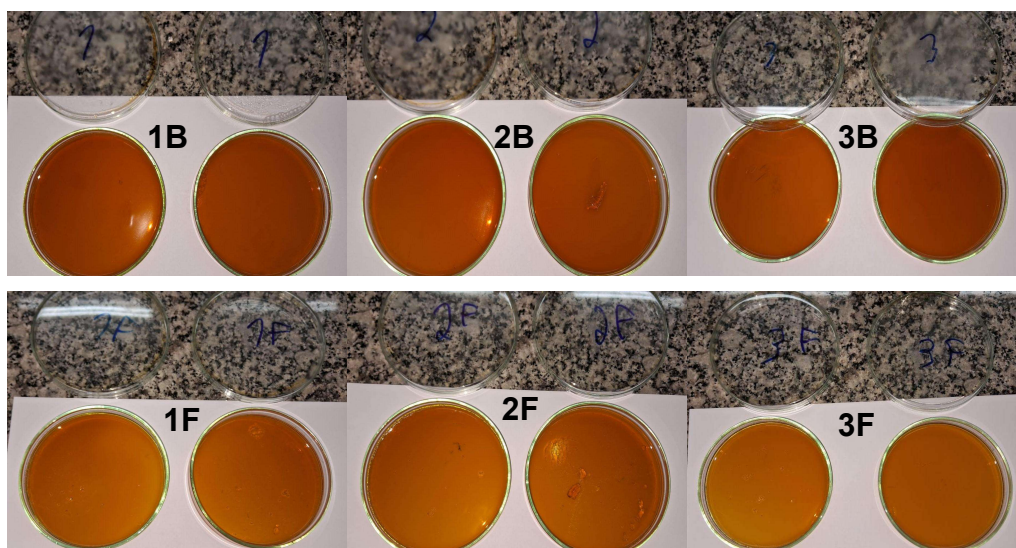
Figura 8 - Testes microbiológicos no dia da incubação



1B,2B,3B referem-se aos testes com bactérias, feitos nas formulações 1,2,3 respectivamente. 1F,2F,3F referem-se aos testes com fungos, feitos nas formulações 1,2,3 respectivamente.

Fonte: Autoria própria

Figura 9 - Testes microbiológicos 2 dias após a incubação para bacterianas e dias após a incubação para fungos



1B,2B,3B referem-se aos testes com bactérias, feitos nas formulações 1,2,3 respectivamente. 1F,2F,3F referem-se aos testes com fungos, feitos nas formulações 1,2,3 respectivamente.

Fonte: Autoria própria

Ao aplicar os testes microbiológicos nos detergentes de formulação 1, 2 e 3, constatou-se que não houve nenhuma formação de colônias de bactérias 2 dias após a incubação. Também não ocorreu nenhuma formação de colônias de fungos 5 dias após a incubação. Isso mostra que os detergentes de formulação 1, 2, 3 tem potencial de serem fabricados para comercialização local, já que o prazo de repouso foi relativamente curto, cerca de 4 meses. E esse prazo teve que ser menor, comparado à validade padrão dos detergentes comerciais como Proeza® e Minuano®, porque o NaCl tem menor poder de conservação do que os conservantes sintéticos comumente usados nos detergentes. Isso porque o NaCl provoca a osmose nos microrganismos e alguns deles são halófilos ou halotolerantes, enquanto que os conservantes sintéticos atuam em amplo espectro, pois foram desenvolvidos para este fim (Lopes, 2014).

Portanto, as três formulações fabricadas podem ser alternativas viáveis aos detergentes que utilizam conservantes sintéticos. Para determinar a melhor formulação, recomenda-se considerar a de melhor custo-benefício para a indústria saneante.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que é possível fabricar um detergente sem o uso de conservantes sintéticos como o triclosan e a isotiazolinona, aumentando a quantidade de cloreto de sódio para que ele haja como conservante natural. Assim o detergente sem esses conservantes sintéticos causará menor impacto na saúde dos seres vivos e no meio ambiente. Embora outros componentes da fórmula possam gerar impactos, o principal objetivo deste estudo foi reduzir os danos causados pelos conservantes sintéticos, que possuem efeitos mais prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

As três formulações testadas podem ser fabricadas e comercializadas, escolhendo preferencialmente a de melhor custo-benefício para a indústria saneante. Embora a eficiência de limpeza não tenha sido testada diretamente, ela foi considerada satisfatória com base na escolha das matérias-primas e nos resultados positivos dos testes de estabilidade e microbiologia. A qualidade dessas três formulações foi similar a de detergentes comumente comercializados como o Minuano® e Proeza®, portanto, elas possivelmente serão aceitas pelos consumidores.

Os testes microbiológicos mostraram que os detergentes fabricados duram no mínimo 4 meses e poderiam ser fabricados para comercialização local. Porém, o ideal seria deixar esses detergentes em repouso por mais tempo, fazendo testes periódicos, para verificar quanto tempo demoraria para proliferar microrganismos. Isso permitiria saber se a fabricação e comercialização poderia ser expandida regional e nacionalmente.

A avaliação dos custos não foi abordada neste trabalho, mas recomenda-se que, em futuras pesquisas, se considere a análise econômica das formulações ou que a indústria de saneantes interessada em alternativas aos conservantes sintéticos realize essa avaliação.

7 REFERÊNCIAS

- ACORSI, R. L. **Uma visão geral sobre tensão superficial e tensoativos**. [S. l.]: Macler, [S.d.]. Disponível em: <https://www.macler.com.br/post/2024/06/11/uma-visao-geral-sobre-tensao-superficial-e-tensoativos/>. Acesso em: 5 dez. 2024.
- ADETUNLA, A. *et al.* The Roles of Surfactant in Tribology Applications of Recent Technology: An overview: an overview. **E3S Web of Conferences** , [S. l.], v. 391, n. 01012, p. 1-13, 2023. Disponível em: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/28/e3sconf_icmed-icmpc2023_01012/e3sconf_icmed-icmpc2023_01012.html. Acesso em: 6 jan. 2025.
- ALVARO, J. **Cloreto de sódio: o famoso sal de cozinha**. [S. l.]: Editora QD, 2023. Disponível em: <https://www.quimica.com.br/cloreto-de-sodio-o-famoso-sal-de-cozinha/>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- ALVES, A. A. S. *et al.* Influence of electrolytes on the structural and viscosity properties of mixed anionic–nonionic–zwitterionic surfactants in detergent formulations. **Journal of Surfactants and detergents**, [S. l.], v. 25, ed. 6, p. 775-787, 2022. Disponível em: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jsde.12613>. Acesso em: 7 fev. 2025.
- ALVES, A. F. *et al.* Produção e avaliação microbiológica de cervejas artesanais com adição de framboesa vermelha (*rubus idaeus* L.). **Agron Food Academy: I Congresso Brasileiro de Produção Animal e Vegetal**, [S. l.], p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://agronfoodacademy.com/9786599539633-121/>. Acesso em: 22 mai. 2023.
- APROVA CONCURSOS. **Q587508 - PROGEPE - 2017 - UFPR - Técnico de Laboratório - Química**. 2017. Disponível em: <https://www.aprovaconcursos.com.br/questoes-de-concurso/questao/587508-progepe-2017-ufpr-tecnico-de-laboratorio-quimica>. Acesso em: 20 jan. 2025.
- ARAÚJO, B. B.; GONÇALVES, P. F. B. From skin sensitizers to wastewater: the unknown photo-deactivation process of low-lying excited states of isothiazolinones. A non-adiabatic dynamics investigation. **Physical Chemistry Chemical Physics**, [S. l.], v. 26, n. 16, 2024. Disponível em: <https://www.citedrive.com/en/discovery/from-skin-sensitizers-to-wastewater-the-unknown-photo-deactivation-process-of-low-lying-excited-states-of-isothiazolinones-a-non-adiabatic-dynamics-investigation/>. Acesso em: 5 fev. 2025.
- ARAÚJO, L. B. M. **Cloreto de sódio (sal de cozinha)**. [S. l.]: Mundo Educação, [S.d.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/cloreto-sodio.htm>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- ARLINDO. **Biocida Bactericida: Eficácia e Aplicações**. [S. l.]: Petrowan, 2025. Disponível em: <https://www.petrowan.com.br/blog/categorias/artigos/biocida-bactericida-eficacia-e-aplicacoes>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- ARRUDA, M. C. A.; CUNHA, J. M.; SANTIAGO, Z. M. A. Pasta de sabão produzida por idosos: uso doméstico e impactos ambientais. **Realize Editora: Anais III CINTEDI, Campina Grande**, p. 1-8, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/44933>. Acesso em: 3 fev. 2025.
- ASSIS, L. C. *et al.* Adsorção de íons fosfato dos corpos d'água por meio do uso da argila bentonita modificada com lantânio. **Centro Paula Souza**, [S. l.], 2024.

Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/22640>. Acesso em: 7 jan. 2025.

BABAJANZADEH, B.; SHERIZADEH, S.; RANJI, H. Detergents and surfactants: a brief review. **Open Access J. Sci.**, Iran, v. 3, ed. 3, p. 94-99, 2019. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Detergents-and-surfactants%3A-a-brief-review-Ranji-Babajanzadeh/8634cb497c1a221c0c8e54bea766512e9e8ba893>. Acesso em: 3 fev. 2025.

BARROS, C. **Como usar o Lauril Éter Sulfato de Sódio em diferentes concentrações**. [S. l.]: Blog Cleber Barros, 2021. Disponível em: <https://www.cleberbarros.com.br/lauril-eter-sulfato-de-sodio/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

BARROS, C. **Instabilidades em cosméticos**: desafios no desenvolvimento de produtos. [S. l.]: in-cosmetics connect, 2020. Disponível em: <https://connect.in-cosmetics.com/pt/formulacoes/instabilidades-em-cosmeticos-desafios-no-desenvolvimento-de-produtos/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

BIOSAN. **Como reduzir surfactantes nos efluentes industriais**. Disponível em: <https://biosan.net.br/como-reduzir-surfactantes-nos-efluentes-industriais/>. Acesso em: 4 fev. 2025.

BONFIM, J. H. **Remoção de surfactantes (LAS) no tratamento anaeróbio de esgotos domésticos**. Orientador: Prof. Mário Takayuki Kato. 2006. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5515/1/arquivo6163_1.pdf. Acesso em: 7 jan. 2025.

BORKOVIĆ, A. *et al.* Optimization of liquid soap formulation. **Technologica Acta**, [S. l.], v. 17, ed. 1, p. 49-57, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/385696072_OPTIMIZATION_OF_LIQUID_SOAP_FORMULATION. Acesso em: 7 fev. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa IN nº 153, de 13 de maio de 2022a. Dispõe sobre a lista de substâncias conservantes permitidas para a formulação de produtos saneantes, incluindo seus limites máximos de concentração. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2022b, ed. 98, p. 482. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-153-de-13-de-maio-de-2022-402960361>. Acesso em: 11 nov. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 694, de 13 de maio de 2022b. Dispõe sobre os critérios para a regularização de produtos de limpeza e afins e sobre a biodegradabilidade de tensoativos aniônicos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2022a, ed. 93, p. 189. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-694-de-13-de-maio-de-2022-400971160>. Acesso em: 11 nov. 2024.

CARBON & CHEMICALS. **Amida (60, 80, 90)**. Disponível em: <https://www.carbonchemicals.com.br/linha-de-produtos/linha-industrial/amida/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CAVALHEIRO, N. *et al.* Ecological soap production using green chemistry principles. **Acta Scientiarum. Technology**, [S. l.], v. 46, n. 1, p. 1-10, 2024. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/64409/75137515>

6642. Acesso em: 7 jan. 2025.

CHEMAX. **Dietanolamida de ácido graxo de côco**. Disponível em: <https://www.chemax.com.br/dietanolamida-acido-graxo-coco>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CHERUBINI, K. **Sabão e detergente**: conheça seus impactos ambientais. [S. l.]: Ministério Público do Estado da Bahia (MPBA), 2021. Disponível em: <https://ecokidsecoteens.mpba.mp.br/noticias/sabao-e-detergente-conheca-seus-impactos-ambientais/>. Acesso em: 4 fev. 2025.

CHIROLI, M.; CAMPOS, R.; SILVA, L. L. Doadores de viscosidade utilizados em xampus: revisão de literatura, 2000 a 2012. **Visão Acadêmica**, [S. l.], v. 14, n. 1, p.71-83, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/download/29965/20098/115754>. Acesso em: 9 dez. 2024.

COELHO, C. D. **Umidade, contaminação microbiológica e efeitos na saúde**. [S. l.]: Portal Engenharia e Arquitetura, 2022. Disponível em: <https://www.engenhariaearquitectura.com.br/2022/05/umidade-contaminacao-microbiologica-e-efeitos-na-saude>. Acesso em: 20 jan. 2025.

CORROSIVES. In: MENG, S.; WANG, E. **Water**. [S. l.]: Springer, 2023. cap. 12, p. 253-293. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/371707330_Microscopic_Processes_of_Salt_Dissolution_and_Nucleation. Acesso em: 3 fev. 2025.

COSTA, A. C. *et al.* Efeitos antimicrobianos, *in vitro*, de sabonetes líquidos contendo triclosan frente a cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. **Rev. Pre. Infec. e Saúde**, [S. l.], v. 4, p. 1-10, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/nupcis/article/view/7060>. Acesso em: 9 dez. 2024.

DALTIN, D. **Tensoativos**: química, propriedades e aplicações. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 330 p. Disponível em: <http://www.usp.br/massa/2014/qfl2453/pdf/Tensoativos-livrodeDecioDaltin-Capitulo1.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2025.

DAXIA. **Utilização de tensoativos biodegradáveis em produtos de limpeza**. 2020. Disponível em: <https://www.daxia.com.br/utilizacao-de-tensoativos-biodegradaveis-em-produtos-de-limpeza/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

DIAS, D. L. Solubilidade dos sais. [S. l.]: **Mundo Educação**, [S.d.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/solubilidade-dos-sais.htm>. Acesso em: 4 fev. 2025.

DULES, E. D. **Os principais conservantes utilizados na produção de cosméticos**. Orientador: Profa. Dra.Círia Vieira Barbosa. 2019. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/bitstream/123456789/10430/1/Os%20principais%20conservantes%20utilizados%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20cosm%C3%A9ticos..pdf>. Acesso em: 5 fev. 2025.

ECYCLE. **Lauril sulfato de sódio: afinal, o que é isso?**. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/lauril-sulfato-de-sodio/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

FELÍCIO, A. C. *et al.* O uso do triclosan nos cosméticos e seus riscos para a saúde.

Medicina e Saúde, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 39-57, 2021. Disponível em: <https://web-api-claretiano-edu-br.s3.amazonaws.com/cms/biblioteca/revistas/edicoes/cd9bcb59309233fe433a1b9c366a615b/arquivo.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2025.

FERNANDES, L. H. *et al.* Ecotoxicidade de triclosan utilizado como conservante em cosméticos. **Studies in Health Sciences**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 123-149, 2022.

Disponível em:

<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/shs/article/download/221/561/1072>. Acesso em: 10 jan. 2025.

FIDELIS, M. Z. *et al.* Continuous process applied to degradation of triclosan and 2,8-dichlorodibenzene-p-dioxin. **Environ. Sci. Pollut. Res.**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 1-10, 2020. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/344383507_Continuous_process_applied_to_degradation_of_triclosan_and_28-dichlorodibenzene-p-dioxin. Acesso em: 5 fev. 2025.

FOGAÇA, J. **História do sabão**. [S. l.]: Brasil Escola, [S.d.]. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/historia-sabao.htm>. Acesso em: 20 jan. 2025.

FOGAROLLI, P. A. G. **toxicidade de conservantes em cosméticos: uma revisão**. Orientador: Prof. Dr. Welington de Oliveira Cruz. 2024. 60 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Bacharelado em Química Industrial) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/41895/1/ToxicidadeConservantes.pdf.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2025.

FORMIGA, A. L. D.; BATISTA, L. M.; PESSOA, W. F. B. Resistência bacteriana associada ao uso de Triclosan em produtos de cuidados pessoais: uma revisão narrativa. **Archives of Health**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 308-313, 2022. Disponível em:

<https://ojs.latinamericanpublicacoes.com.br/ojs/index.php/ah/article/view/940>. Acesso em: 12 fev. 2025.

FREITAS, M. M. C. **Estudo da formação de micelas reversas em sistemas de tensoativos não iônicos/solventes orgânicos**. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lins de Barros Neto. 2017. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/25110>. Acesso em: 7 jan. 2025.

GARCIA, P. S. P. *et al.* Aplicabilidade dos tensoativos em produtos cosméticos. In: FARIAS, H. P. S. **Saberes e Inovação: perspectivas multidisciplinares**. [S. l.]:

Epitaya E-Books, 2024. v. 1, n. 79, cap. 5, p. 51-62. Disponível em:

<https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/1138/988>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GONÇALVES, E. *et al.* Tensoativos biodegradáveis. **Gestão em Foco**, [S. l.], ed. 7, p.252-262, 2015. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/23tensoativos_biodegradaveis.pdf. Acesso em: 9 dez. 2024.

GREEN QUÍMICA. **Um resumo sobre a história do detergente: parte I**. Disponível em: [https://www.greenquimica.ind.br/artigo/um-resumo-sobre-a-historia-do-detergente-parte-](https://www.greenquimica.ind.br/artigo/um-resumo-sobre-a-historia-do-detergente-parte-i/77#:~:text=Os%20primeiros%20detergentes%20sint%C3%A9ticos%20surgiram,sai)

[i/77#:~:text=Os%20primeiros%20detergentes%20sint%C3%A9ticos%20surgiram,sai](https://www.greenquimica.ind.br/artigo/um-resumo-sobre-a-historia-do-detergente-parte-i/77#:~:text=Os%20primeiros%20detergentes%20sint%C3%A9ticos%20surgiram,sai)

s)%2C%20diferente%20do%20sab%C3%A3o.. Acesso em: 11 nov. 2024.

JOÃO. **Triclosan**: entenda os riscos e benefícios do antibacteriano em produtos de higiene. [S. l.]: MultiChemie, 2025. Disponível em:

<https://www.multichemie.com.br/blog/categorias/artigos/triclosan-entenda-os-riscos-e-beneficios-do-antibacteriano-em-produtos-de-higiene>. Acesso em: 15 jan. 2025.

LIANI, J. **Potencial metanogênico do triclosan e diclofenaco em reatores em batelada com esgoto sanitário**. Orientador: Profa. Dra. Maria Bernadete Amâncio Varesche. 2023. 78 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/162a8496-8d15-4594-bc1a-4ae79dde352e/Liani_Jennifer.pdf. Acesso em: 10 jan. 2025.

LIMA, M *et al.* A produção de sabão ecológico como tema gerador para o estudo das reações químicas orgânicas. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 2278-2286, 2024. Disponível em:

https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/3152/2763. Acesso em: 20 jan. 2025.

LIMA, M. L. S. O. *et al.* A química dos saneantes em tempos de covid-19: você sabe como isso funciona?. **Quim. Nova**, [S. l.], v. 43, n. 5, p. 668-678, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/xKX93ZHQhvmRDGDmgNYD7Xz/>. Acesso em: 9 dez. 2024.

LOPES, J. C. **Controle de qualidade de detergentes neutros em uma indústria química de saneantes**. Orientador: Profa. Dra. Ruth Maria Bonfim Vidal e Luciana Oliveira de Sena. 2017. 44 p. Monografia (Bacharelado em Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/35296>. Acesso em: 22 mai. 2023.

LOPES, K. Osmose no processo de conservação de carnes com sal - Profª. Kely Lopes - Química. YouTube, 2024. Disponível em:

https://m.youtube.com/watch?v=eY3_Zmw_BxA. Acesso em: 11 fev. 2025.

LOPES, L. L. **Isolamento e triagem de microrganismos termófilo e halotolerantes produtores de biossurfactantes**. Orientador: Maurício Dutra Costa. 2014. 67 p. Dissertação (*Magister Scientiae*) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/cf658bfb-5828-4f2c-9e53-afd79e4d5f26/content>. Acesso em: 10 dez. 2024.

MARRAFFA, J. M. Corrosives. In: WEXLER, P. **Encyclopedia of Toxicology**. 4. ed. [S. l.: S. n.], 2023. v. 3, p. 247-249. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128243152004991>. Acesso em: 6 fev. 2025.

MASSI, L.; LEONARDO JÚNIOR, C. S. Produção de sabão no assentamento rural monte alegre: aspectos didáticos, sociais e ambientais. **Quím. nova esc.**, [S. l.], v. 41, n. 2, p. 124-132, 2019. Disponível em:

http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc41_2/03-QS-66-18.pdf. Acesso em: 7 jan. 2025.

MEDEIROS, C. A. C. *et al.* Utilização de produtos naturais em substituição aos conservantes químicos sintéticos como alternativa para redução de interferentes do envelhecimento ativo. **Editora Realize**: Anais VI CIEH, Campina Grande, p. 1-9, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/54295>. Acesso em: 4 fev. 2025.

MICROSCOPIC Processes of Salt Dissolution and Nucleation. *In*: MENG, S.; WANG, E. **Water**. [S. l.]: Springer, 2023. cap. 12, p. 253-293. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/371707330_Microscopic_Processes_of_Salt_Dissolution_and_Nucleation. Acesso em: 3 fev. 2025.

MORAES, T. S. **Descrição do processo artesanal e avaliação físico-química de detergente líquido produzido em uma fábrica no Anjo da Guarda- MA**. Orientador: Prof. Dr. Victor Elias Mouchrek Filho. 2017. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Bacharelado em Química Industrial) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017. Disponível em: <https://rosario.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1505/1/Tha%C3%ADsMoraes.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2025.

MORALES, P. P. **A história dos produtos ODD**. [S. l.]: Falando de Gestão, 2024. Disponível em: <https://www.falandodegestao.com.br/a-historia-dos-produtos-odd/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

MOREIRA, C. D. F. **Estudo do emprego de surfactantes em emulsões cosméticas**. Orientador: Prof. Dr. Patterson Patrício de Souza. 2010. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Bacharelado em Química Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: https://www.quimicatecnologica.bh.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/198/2022/06/TCC_Cheisy_Moreira_2010.pdf. Acesso em: 7 jan. 2025.

MOURA, A. M. **O papel das atividades experimentais no ensino de Química para Educação de Jovens e Adultos: um olhar para valorização dos saberes populares**. Orientador: Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva. 2017. 165 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/24589?mode=full>. Acesso em: 7 jan. 2025.

NAJIM, A. A.; RADEEF, A. Y. Surfactants: hygiene's first line of defense against pollution, properties, applications, environmental impacts, and treatment methods. **Journal of Environmental Engineering and Science**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 1-21, 2023. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Surfactants%3A-hygiene%E2%80%99s-first-line-of-defense-and-Najim-Radeef/1a5568bf488c8faf75dbbac4d906f437f94ea230>. Acesso em: 3 fev. 2025.

OLIVEIRA, B. M.; MELO FILHO, J. M. M.; AFONSO, J. C. A densidade e a evolução do densímetro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 1-10, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Y7KVH73Hs4fh8hsdmK3bK6r/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 dez. 2024.

OLIVEIRA, V. D. **O uso de conservantes em formulações cosméticas: cenário atual e perspectivas**. Orientador: Dra. Michele G. Issa. 2023. 35 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Bacharelado em Farmácia-Bioquímica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/item/003203839>. Acesso em: 5 fev. 2025.

PENTEADO, J. C. P.; EL SEOUD, O. A.; CARVALHO, L. R. F. Alquilbenzeno sulfonato linear: uma abordagem ambiental e analítica. **Quim. Nova**, [S. l.], v. 29, n. 5, p. 1038-1046, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/MTFPB7VVgV6kYqckYzwsMzr/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 9 dez. 2024.

PIERINI, M. F. *et al.* Aprendizagem baseada em casos investigativos e a formação de professores: o potencial de uma aula prática de volumetria para promover o ensino interdisciplinar. **Quím. nova esc.**, [S. l.], v. 37, n. 2, p. 112-119, 2015. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/12923>. Acesso em: 7 jan. 2025.

PIMENTA, P. A. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana e potencial conservante do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*). **Scientia Plena**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 1-10, 2024. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/7461/2668>. Acesso em: 4 fev. 2025.

PUBCHEM. **Explore chemistry**. 2025. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>. Acesso em: 13 dez. 2024.

RÊGO JÚNIOR, A. G. **Estudo e caracterização de uma nova formulação e detergente: efeito da concentração de sal no ponto de turvação**. Orientador: Prof. Dr. Geraldine Angélica Silva da Nóbrega. 2019. 30 p. Relatório de Estágio (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/c8011222-d26f-4eee-89db-0eca492ff12c>. Acesso em: 10 dez. 2024.

ROCHA Fº, P. A.; FREDERICO, G. B. **Misturas de Tensoativos Aniônicos e Catiônicos**. [S. l.]: Cosmetoguaia, 2020. Disponível em: <https://cosmetoguaia.com.br/article/read/area/IND/id/457/>. Acesso em: 21 jan. 2025.

SANTOS, E. M. **Formulando detergentes**. [S. l.], 2016. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/formulando-detergentes-edilson-mesquita-dos-santos>. Acesso em: 5 dez. 2024.

SCABIN, D. **Água: fonte de vida e direito humano básico**. [S. l.]: Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL), 2024. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2024/03/agua-fonte-de-vida-e-direito-humano-basico/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SHARMA, A.; ARYA, S. K. The potential of biosurfactant for improving the bioavailability of nutrient for beneficial plant-associated microbes. *In*: INAMUDDIN; ADETUNJI, C. O. **Applications of Biosurfactant in Agriculture**. [S. l.]: Academic Press, 2022. cap. 11, p. 181-226. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128229217000131>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SILVA, A. N. **Controle de qualidade físico-químico em domissanitários**. Orientador: Profa. Dra. Marcia Ramos Luiz. 2019. 34 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Bacharelado em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/24582/1/PDF%20-%20Alidiany%20do%20Nascimento%20Silva.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2023.

SILVA, V. *et al.* Isothiazolinone biocides: chemistry, biological, and toxicity profiles. **Molecules**, [S. l.], v. 25, p. 1-22, 2020. Disponível em: https://sigarra.up.pt/ffup/en/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=515339. Acesso em: 11 nov. 2024.

SIRONI, P. A. **Avaliação microbiológica de produtos saneantes destinados à limpeza**. Orientador: Profa. Dra. Sueli Terezinha Van der Sand. 2009. 43 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio

Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18654/000730447.pdf?...1>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SOUZA, F. S. **Degradação de poluentes emergentes por processos oxidativos avançados (O_3 , O_3/UV , O_3/Fe^{2+} , $O_3/UV/Fe^{2+}$) visando o tratamento de efluentes hospitalares**. Orientador: Profa. Dra. Liliana Amaral Féris. 2016. 151 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/150518/001007465.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SOUZA, L. A. M. *et al.* Avaliação do pH do sabão líquido a partir do óleo de fritura. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 76-85, 2021. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cdgexatas/article/view/9277>. Acesso em: 5 fev. 2025.

SOUZA, R. **Conservantes em alimentos: vilões ou mocinhos?** [S. l.]: Gepea, 2023. Disponível em: <https://gepea.com.br/conservantes-em-alimentos/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

THEVES, A. **Elaboração de detergente sem adição de trietanolamina 85%**. Orientador: Josué Fernando Krüger. 2017. 30 p. Artigo (Técnico em Química) - UNIVATES, Lajeado, 2017. Disponível em: https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/Elaboracao_de_Detergente_sem_Adicao_de_Trietanolamina_85_2017-A.pdf. Acesso em: 22 mai. 2023.

TRAVAGIM, M. F. *et al.* Conservação de peças anatômicas em cloreto de sódio: um estudo com produto de fecundação. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, Umuarama, v. 27, n. 3, p. 1388–1405, 2023. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/9501>. Acesso em: 11 nov. 2024.

VILLARINHO, A. L. C. F. **Alergia ao Kathon CG/metilisotiazolinona: aspectos clínicos, sociodemográficos e ocupacionais de uma epidemia no Rio de Janeiro**. Orientador: Profa. Dra. Liliane Reis Teixeira. 2020. 174 p. Tese (Doutorado em Ciências- Toxicologia Ambiental) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/52853/ana_luzia_castro_fernandes_villarinho_ensp_dout_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Acesso em: 5 fev. 2025.

WESTPHALEN, A. P. C.; CORÇÃO, G.; BENETTI, A. D. Utilização de carvão ativado biológico para o tratamento de água para consumo humano. **Eng. Sanit. Ambient.**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 425-436, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/3n8TGzfRxRTMcnqfhmgYV6C/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 4 fev. 2025.

ZARGAR, A. N.; SRIVASTAVA, P. Biosurfactants: sustainable alternatives to chemical surfactants. *In*: ASLAM, R.; ASLAM, J.; HUSSAIN, C. M. **Industrial Applications of Biosurfactants and Microorganisms**. 1. ed. [S. l.]: Academic Press, 2023. cap. 19, p. 425-436. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780443132889000152>. Acesso em: 10 fev. 2025.

8 APÊNDICE

8.1 CÁLCULOS REALIZADOS NO EXCEL® PARA OBTENÇÃO DE PORCENTAGEM DAS MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS

Para determinar a porcentagem de cada matéria prima, utilizou-se a Equação 3 e os dados da Tabela 2. Encontrou-se as porcentagens apresentadas na Tabela 3:

$$\% MP = \frac{mmp}{md} * 100 \quad (\text{Equação 3})$$

No qual:

$\% MP$ é a porcentagem de matéria prima a ser encontrada;

mmp é a massa da matéria prima;

md é a massa do detergente.

Tabela 2 – Massas das matérias primas e do detergente

Detergente	Massa detergente (g)	Massa NaOH (g)	Massa amida 60 (g)	Massa ác. sulfônico (g)	Massa lauril (g)	Massa NaCl (g)
Formulação 1	121,130	0,205	1,097	1,665	21,621	4,590
Formulação 2	101,400	0,185	0,746	1,541	20,568	4,485
Formulação 3	99,420	0,130	0,736	0,746	19,785	4,563

Fonte: Autoria própria

Tabela 3 – Porcentagem das matérias primas do detergente

Detergente	% NaOH	% amida 60	% ác. sulfônico	% lauril	% NaCl
Formulação 1	0,169	0,906	1,135	17,820	3,790
Formulação 2	0,182	0,735	1,519	20,284	4,423
Formulação 3	0,131	0,740	0,750	19,900	4,590

Fonte: Autoria própria

8.2 CÁLCULOS REALIZADOS NO EXCEL® PARA OBTENÇÃO DE DENSIDADE ABSOLUTA E VISCOSIDADE CINEMÁTICA DOS DETERGENTES

Para determinar a densidade e a viscosidade de cada detergente, utilizou-se as Equações 1 e 2 (dadas no Procedimento Metodológico) e os dados da Tabela 4 e 5. Encontrou-se os valores apresentadas na Tabela 1 (dada nos Resultados e Discussão):

Tabela 4 – Massa de detergente e tempo de escoamento nos copos Ford

Detergente	Massa detergente (g)	Tempo escoamento copo Ford 4 (s)	Tempo escoamento copo Ford 6 (s)
Formulação 1	52,559	-	155,333
Formulação 2	52,611	-	127,333
Formulação 3	52,409	-	177,333
Proeza®	51,131	80,667	17,000
Minuano®	51,492	447,31	28,667

Fonte: Autoria própria

Tabela 5 – Volume do picnômetro e dados dos copos Ford

Vol. Picnômetro calibrado (mL)	Coef. A copo Ford 4	Coef. B copo Ford 4	Coef. A copo Ford 6	Coef. B copo Ford 6
50,620	3,824	-31,950	12,931	-40,230

Fonte: Autoria própria