

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA
ETEC DE MAUÁ
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA**

Anny Isabella Nascimento da Silva

Bruna Araujo Gomes

João Vitor Silva de Freitas

Raquel Daiane Andrade de Souza

Renata Mardegan Paterlli

**DESENVOLVIMENTO DE DETERGENTE VERDE UTILIZANDO
EXTRATO DE *MORINGA OLEÍFERA* COMO CONSERVANTE
NATURAL**

Mauá, SP

2025

Anny Isabella Nascimento da Silva

Bruna Araujo Gomes

João Vitor Silva de Freitas

Raquel Daiane Andrade de Souza

Renata Mardegan Paterlli

**DESENVOLVIMENTO DE DETERGENTE VERDE UTILIZANDO
EXTRATO DE *MORINGA OLEÍFERA* COMO CONSERVANTE
NATURAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em Química
da Etec de Mauá, orientado pela Prof Camila
de Souza e Karen Nabarro, como requisito
parcial para obtenção do título de Técnico
em Química.

Mauá, SP

2025

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a Deus, que em sua divindade nos guiou e fortaleceu ao longo de todo o processo; aos nossos familiares, cujo apoio e esforço tornaram possível a conclusão desta etapa. E, especialmente, dedicamos a todas as pessoas que, de alguma forma, foram afetadas pelas agressões à mãe natureza, a quem também expressamos nossa profunda gratidão, pois é dela que provém a força e os recursos que nos sustentam diariamente.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter nos guiado para superar todos os obstáculos ao longo do curso com paciência e sabedoria.

Aos nossos pais e irmãos, que nos incentivaram nos momentos difíceis, entenderam nossos sentimentos e nos acolheram com amor.

Aos professores, pelos ensinamentos que nos ajudaram a crescer e a sermos lapidados como um diamante.

Aos amigos, pelo apoio e pela solidariedade por meio de palavras e gestos que tornaram o caminho mais leve e nos lembraram que os desafios não precisam ser enfrentados sozinhos.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste projeto e para a nossa formação profissional.

*“Quando o homem decidir reformar a sua
consciência, o mundo tomará outro roteiro.”*

Carolina Maria de Jesus

RESUMO

No cenário atual, a preocupação com os impactos ambientais causados pelos produtos de limpeza tem aumentado, principalmente pela contaminação dos corpos hídricos por detergentes sintéticos. Esses produtos, em grande parte, utilizam tensoativos derivados do petróleo, que apresentam baixa biodegradabilidade e podem contribuir para problemas como o acúmulo de espuma nos rios e a eutrofização das águas. Diante disso, este trabalho tem como objetivo desenvolver um detergente biodegradável utilizando o extrato de *Moringa Oleífera* como conservante natural por meio de pesquisas bibliográficas em livros didáticos e artigos científicos publicados. Sob este viés, a formulação proposta segue os princípios da química verde, priorizando reagentes de alta degradabilidade e evitando fosfatos e tensoativos agressivos. O produto apresentou boa eficiência de limpeza e formação de espuma, alta biodegradabilidade e comprovou as propriedades antimicrobianas do extrato de moringa através de testes qualitativos. Dessa forma, o presente trabalho mostra-se como um potencial no mercado de saneantes verdes.

Palavras-chave: detergente biodegradável; *Moringa Oleífera*; tensoativos; impacto ambiental;química verde.

ABSTRACT

In the current scenario, concern about the environmental impact of cleaning products has intensified, especially due to the contamination of water bodies by synthetic detergents. These products often contain petroleum-derived surfactants, which have low biodegradability and can contribute to issues such as foam buildup in rivers and the eutrophication of water. Therefore, this work aims to develop a biodegradable detergent using *Moringa oleifera* extract as a natural preservative, based on bibliographic research from textbooks and scientific articles. Considering this, the proposed formula follows the principles of green chemistry, favoring high-degradability reagents while avoiding phosphates and harsh surfactants. The product showed good cleaning efficiency and foaming ability, high biodegradability, and the antimicrobial properties of the moringa extract were confirmed through qualitative tests. Thus, this study demonstrates potential within the green cleaning market.

Keywords: biodegradable detergent; *Moringa oleifera*; surfactants; environmental impact; green chemistry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura do Alquilbenzeno Sulfonato de Sódio	17
Figura 2 - Estrutura simplificada de um tensoativo.	18
Figura 3 - Reação do sabão em águas ácidas	20
Figura 4 - Reação do detergente em águas ácidas	20
Figura 5 - Reação do sabão em águas duras	20
Figura 6 - Reação do detergente em águas duras.	20
Figura 7 - Estrutura de um detergente biodegradável	21
Figura 8 - Coleta de espuma Rio Tietê - Pirapora do Bom Jesus.	22
Figura 9 - Ácido clorogênico, composto polifenólico	24
Figura 10 - Principais estruturas flavonoides	25
Figura 11 - Fórmula estrutural do Coco Glucoside.	26
Figura 12 - Fórmula estrutural do Lauril glicosídeo.	27
Figura 13 - Esquema da síntese de alquil poliglicosídeos.	28
Figura 14 - Fórmula estrutural do D-limoneno.	31
Figura 15 - Estrutura da Goma Xantana.	32
Figura 16 - Estrutura do gluconato de sódio.	34
Figura 17 - Filtração do extrato de moringa oleífera.	43
Figura 18 - Concentração do extrato em banho - maria.	44
Figura 19 - pH do detergente verde após ajuste.	44
Figura 20 - Béquer com óleo de soja.	45
Figura 21 - Teste de limpeza do detergente.	45
Figura 22 - Béquer limpo após a lavagem.	46
Figura 23 - Mão com detergente.	46
Figura 24 - Água e óleo no becker.	47
Figura 25 - Formação de micelas no processo de emulsificação.	47
Figura 26 - Pesagem do Ágar TSA.	49
Figura 27 - Preparação do meio de cultura.	50
Figura 28 - Coleta de amostras.	50
Figura 29 - Coleta de amostras.	51
Figura 30 - Inoculação das amostras.	51

Figura 31 - Placas inoculadas e identificadas.	52
Figura 32 - Placas após 7 dias.	52
Figura 33 - Placa com detergente verde.	53
Figura 34 - Placa com detergente verde.	53
Figura 35 - Lâminas coradas.	54
Figura 36 - Bactérias gram positivas.	55
Figura 37 - Morfologia cocos e bacilos.	55
Figura 38 - Morfologia cocos e bacilos.	56
Figura 39 - Bactérias gram negativas.	56
Figura 40 - Meio mineral para teste de biodegradabilidade.	57
Figura 41 - Inóculo para teste de biodegradabilidade	57

Lista de tabelas

Tabela 1 - Comparaçao entre os tipos de alquil poliglicosídeos.	29
Tabela 2 - Custo de produção conforme as proporções estabelecidas.	42
Tabela 3 - Resultados obtidos no teste de eficácia em águas duras.	48
Tabela 4 - Resultados obtidos no teste de biodegradabilidade.	58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. JUSTIFICATIVA	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 Objetivo Geral	16
3.2 Objetivos específicos	16
4. REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1 Tensoativos sintéticos	17
4.2 Classificação dos tensoativos	18
4.2.1 - Tensoativos Aniônicos	18
4.2.2 - Tensoativos Catiônicos	18
4.2.3 - Tensoativos Não Iônicos	19
4.2.4 - Tensoativos Anfótero	19
4.3 Diferença entre sabões e detergentes	19
4.4 Impacto ambiental dos detergentes	21
4.5 Química verde	22
4.6 Conservante natural	23
4.7 Extrato de Moringa e suas propriedades antimicrobianas	24
4.8 Coco glucoside	25
4.9 Lauril Glicosídeo (Lauril de Milho)	26
4.10 Diferenças entre os tensoativos Coco glucoside e Lauril de milho	27
4.11 Solvente Natural	29
4.12 D - Limoneno	30
4.13 Agente Estabilizante	31
4.14 Goma Xantana	32
4.15 Agente sequestrante	33
4.16 Gluconato de sódio	33
5. METODOLOGIA	34
5.1. Reagentes	35
5.2 Equipamentos	35
5.3 Preparação do Extrato de Moringa (Santos, 2023).	35
5.4 Dispersão da goma xantana (Lemos e Velho, 2021).	36
5.5 Preparação do detergente (Neto e Pino, s.d)	36
5.6 Extração do corante natural (Júnior, 2016).	36
5.7 Teste de eficiência em águas duras (Neto e Pino, s.d)	36
5.8 Teste da atividade antimicrobiana do detergente de extrato de moringa (Barroso et al, 2024.)	36
5.9 Teste de biodegradabilidade (SILVA et al, 2011).	37
5.9.1 Preparo de inóculo	37
5.9.2 Preparo do meio mineral	37
5.9.3 Preparo da amostra	37

6. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	38
6.1 Obtenção do extrato de Moringa Oleífera	38
6.2 Dispersão da goma xantana	39
6.3 Preparação do detergente	39
6.4 Extração do corante natural	39
6.5 Teste de eficiência em águas duras	39
6.6 Teste da atividade antimicrobiana do detergente de extrato de moringa	39
6.7 Teste de biodegradabilidade	40
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
8. CONCLUSÃO	58
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1. INTRODUÇÃO

Os detergentes fazem parte da rotina da população brasileira, estando presentes em praticamente todos os lares. Entretanto, a formulação comum desses produtos utiliza, em grande parte, tensoativos sintéticos derivados do petróleo e fosfatos, que embora eficientes na limpeza, possuem graves impactos ambientais. O descarte desses compostos nos corpos hídricos contribui para a eutrofização, processo em que há proliferação de algas e consumo excessivo de oxigênio dissolvido, levando à morte de organismos aquáticos. Além disso, a espuma formada na superfície impede a penetração da luz solar, comprometendo a fotossíntese e o equilíbrio ecológico (ALMEIDA, 2010 ; MORAIS, 2014).

Nesse cenário, a química verde surge como alternativa viável, ao propor a substituição de matérias-primas não renováveis por insumos biodegradáveis e seguros. Os tensoativos não iônicos, como o coco glucoside e o lauril glicosídeo, destacam-se por apresentarem baixa toxicidade, elevada biodegradabilidade e boa compatibilidade com a pele, sendo indicados em formulações que visam reduzir impactos ambientais (SILVA, 2017; PACHECO, 2018).

Outro aspecto relevante envolve os solventes utilizados. Enquanto compostos como o tolueno e o xileno são poluentes e apresentam riscos à saúde, o D-limoneno, extraído da casca de frutas cítricas, é biodegradável, possui elevada capacidade de solubilização de gorduras e ainda agrupa propriedades sensoriais ao produto, como aroma agradável. Da mesma forma, a goma xantana, polissacarídeo obtido por processos fermentativos, atua como espessante e estabilizante natural, proporcionando viscosidade adequada e substituindo aditivos sintéticos na formulação (FREITAS; COSTA, 2016), (SOUZA; ALMEIDA, 2019).

No que se refere à conservação, grande parte da indústria de detergentes utiliza conservantes sintéticos, que podem representar riscos à saúde e ao meio ambiente. Nesse contexto, a *Moringa oleifera* destaca-se como recurso natural. Alguns estudos apontam que a planta possui compostos bioativos com ação antimicrobiana e antifúngica, eficazes contra microrganismos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e espécies de *Candida*. Assim, seu extrato pode substituir aditivos artificiais, tornando o produto mais seguro e sustentável (SANTOS, 2020; FERREIRA, 2021).

Dessa forma, a proposta de um detergente verde com extrato de *moringa* concorda com a necessidade de soluções que conciliam eficiência de limpeza, menor impacto ambiental e viabilidade de aplicação no cotidiano. O projeto contribui ainda para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em especial os de número 6 (Água limpa e saneamento), 12 (Consumo e produção responsáveis) e 14 (Vida na água), ao incentivar práticas de consumo consciente e inovação tecnológica voltada à preservação ambiental.

2. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista os impactos ambientais causados pelos detergentes comerciais nos corpos hídricos e as suas consequências para o ecossistema aquático, o desenvolvimento deste trabalho visa utilizar a química verde como alternativa para reduzir esses impactos com a produção de um detergente verde. Os detergentes são de ampla utilização na sociedade, atingindo 98% dos lares brasileiros, tornando-se um produto essencial para a limpeza doméstica (KANTAR, s.d.).

Os detergentes biodegradáveis possuem uma estrutura sem ramificações, possibilitando a sua degradação por microrganismos. Dessa forma, não formarão camada de espuma responsáveis pelo fenômeno: “Cisne de Detergente” (CISCATO, PEREIRA, CHEMELLO e PROTI, 2016).

Apesar de existir diversos detergentes biodegradáveis no mercado, há muitos deles que possuem o grupo fosfato em sua estrutura. O íon fosfato colabora para reduzir a dureza da água, mas como consequência causa a eutrofização das águas. (CISCATO, PEREIRA, CHEMELLO e PROTI, 2016).

Desse modo, verificou-se a necessidade de um detergente verde no mercado de produtos de limpeza que em sua formulação priorize substâncias de origem natural ou de alta degradabilidade. Alinhado com a exploração das propriedades conservantes do extrato da planta *Moringa Oleifera*, a produção de um detergente verde se encaixa nos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU (Organização das Nações Unidas) na qual, contribui para a vida aquática e produção responsável.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver um detergente a fim de viabilizar um produto diariamente utilizado por meio da química verde, com base na diminuição do uso de produtos de limpeza poluentes e inserção de produtos orgânicos através da comprovação das propriedades conservantes da *moringa*. Tendo em vista o público alvo, esse detergente além de manter uma qualidade semelhante aos tradicionais ainda vai ter o adicional de não poluente, de forma a ser acessível e eficaz.

3.2 Objetivos específicos

- Desenvolvimento de um detergente orgânico com menor potencial poluente;
- Comprovação das propriedades conservantes da *moringa*;
- Facilitar o acesso à química verde;
- Viabilizar um produto de retorno a longo prazo.

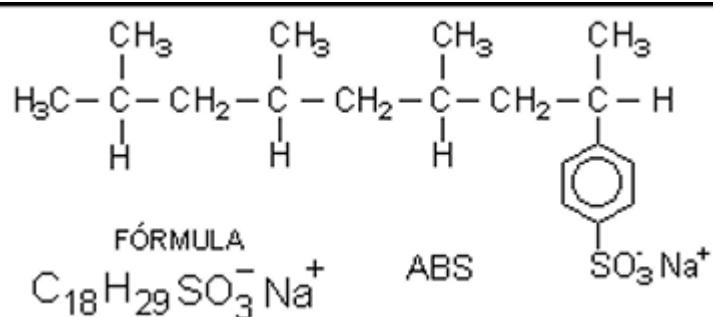
4. REFERENCIAL TEÓRICO

Detergentes são substâncias que conseguem diminuir a tensão superficial da água, favorecendo um melhor contato entre ela e o objeto a ser limpo. Por conta dessas propriedades, o detergente pode ser considerado um tensoativo (CASTRO, 2009). Os detergentes são produtos sintéticos e derivam do petróleo, sendo sua produção e comercialização feitas a partir da Segunda Guerra Mundial devido a falta de óleos e gorduras para a fabricação de sabões (NETO e PINO; s.d.).

4.1 Tensoativos sintéticos

Na Alemanha em 1916 foi produzido o primeiro tensoativo sintético a partir do ácido sulfúrico, álcool isopropílico e naftaleno. Suas propriedades de limpeza foram bastante insatisfatórias, e foi apenas na década de 50 com o agravamento das matérias primas tradicionais que houve um impulso nas pesquisas. Essas pesquisas resultaram na síntese do primeiro tensoativo sintético eficiente chamado Alquilbenzeno Sulfonato de Sódio (ABS), produzido a partir da reação do alquil benzeno com ácido sulfúrico e soda. Na figura 1 está representada a estrutura do ABS (NETO, PINO; s.d.).

Figura 1 - Estrutura do Alquilbenzeno Sulfonato de Sódio



Fonte: NETO e PINO, s.d.

A aplicação do ABS culminou em um grande crescimento no mercado, no ano de 1953 o consumo de detergentes nos Estados Unidos superava o de sabões. Recentemente, foi descoberto que tensoativos de cadeia ramificada como o ABS são agentes altamente poluidores de rios. Dessa forma, novas pesquisas foram realizadas para desenvolver tensoativos biodegradáveis (NETO e PINO; s.d) , (CASTRO, 2009).

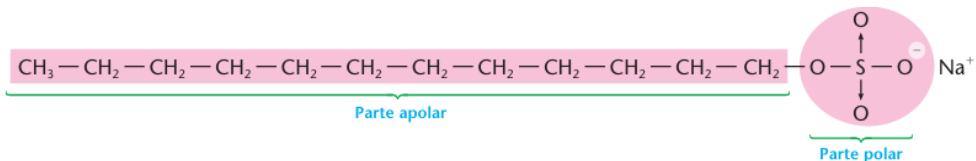
4.2 Classificação dos tensoativos

Os tensoativos se caracterizam por conseguirem agir diretamente sobre a tensão superficial dos líquidos. A tensão superficial é uma consequência das forças intermoleculares e é a capacidade de um líquido de manter as moléculas unidas na sua superfície (CISCATO, PEREIRA, CHEMELLO e PROTI, 2016).

Esse tipo de substância durante a limpeza, consegue interagir tanto com a parte da gordura quanto com a água. As moléculas de tensoativo agem envolvendo as partículas de gordura, formando micelas capazes de serem dissolvidas em meio aquoso (CISCATO, PEREIRA, CHEMELLO e PROTI, 2016).

Isso ocorre devido a suas estruturas apresentarem uma parte hidrofílica que é polar e uma parte hidrofóbica apolar, conforme a figura 2 apresenta. (FELTRE, 2004.)

Figura 2 - Estrutura simplificada de um tensoativo.



Fonte: FELTRE, 2004.

Na maioria dos casos, a parte hidrofóbica é formada por uma cadeia de hidrocarbonetos composta por 8 a 18 átomos de carbono e o grupo hidrofílico funcional pode variar (CASTRO, 2009).

4.2.1 - Tensoativos Aniônicos

É a categoria mais importante dos tensoativos. A parte hidrofílica da molécula é carregada negativamente por ânions (CASTRO, 2009).

4.2.2 - Tensoativos Catiônicos

A parte hidrofílica da molécula é carregada positivamente por cátions. É usado principalmente na fabricação de amaciadores (CASTRO, 2009).

4.2.3 - Tensoativos Não Iônicos

Na molécula não existe uma parte iônica mais polar que a outra e não são dissociados em solução aquosa. São produzidos a partir da condensação de óxidos como óxidos de etileno com fenóis, ácidos, álcoois e aminas (CASTRO, 2009).

4.2.4 - Tensoativos Anfótero

Em suas estruturas apresentam grupamentos ácido e básico, podem ter característica aniônica ou catiônica dependendo do meio em que estão (CASTRO, 2009).

4.3 Diferença entre sabões e detergentes

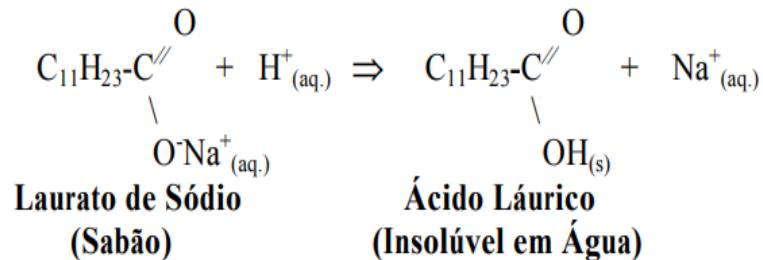
A principal diferença entre sabões e detergentes se dá pela sua atuação em águas que contêm alta concentração de íons de magnésio e cálcio, denominadas águas duras. Além disso, eles também se diferem na maneira de atuar em águas ácidas (NETO e PINO, s.d.).

O detergente, ao entrar em contato com águas duras, não perde a sua ação tensoativa, pois os sais que se formam na reação química entre ele e os íons cálcio e magnésio não são completamente insolúveis em água. Isso permite sua permanência na solução e sua possibilidade de ação (NETO e PINO, s.d.).

Já a sua vantagem na atuação em águas ácidas ocorre devido ao caráter ácido que ele possui e, novamente, o produto formado nessa reação química não é totalmente insolúvel em água, permanecendo em solução e mantendo sua capacidade de limpeza graças ao equilíbrio das reações químicas (NETO e PINO, s.d.).

As figuras 3, 4, 5 e 6 apresentam as reações que podem ocorrer com os detergentes e os sabões quando entram em contato com águas ácidas e duras. A partir dessas imagens, nota-se que a vantagem do detergente em relação ao sabão se dá porque os sabões formam ácidos graxos e sais insolúveis ao contato com esses tipos de água (NETO e PINO, s.d.).

Figura 3 - Reação do sabão em águas ácidas



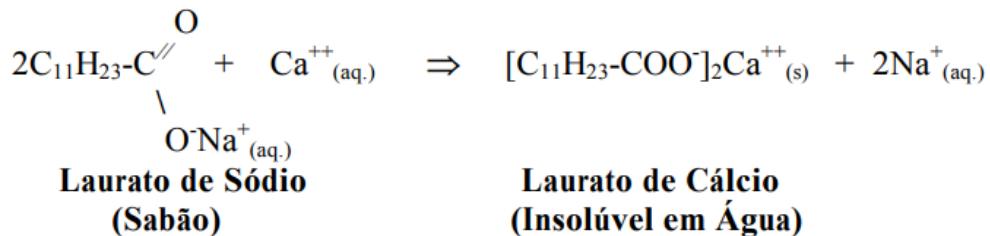
Fonte: NETO e PINO, s.d.

Figura 4 - Reação do detergente em águas ácidas



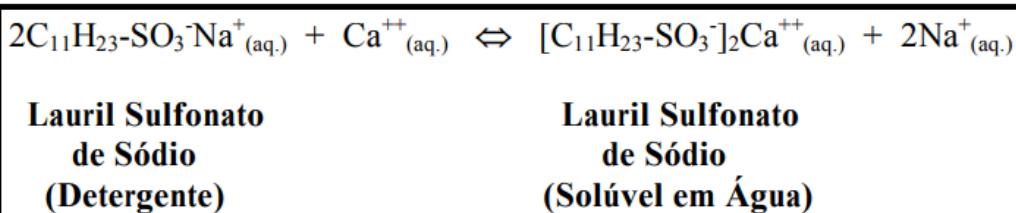
Fonte: NETO e PINO, s.d.

Figura 5 - Reação do sabão em águas duras



Fonte: NETO e PINO, s.d.

Figura 6 - Reação do detergente em águas duras.



Fonte: NETO e PINO, s.d.

Além dos diferentes tipos de atuação, outra desvantagem dos sabões está no menor poder tensoativo, ou seja, menor poder de limpeza em comparação com os detergentes. Contudo, os sabões apresentam vantagem por possuírem gorduras saponificáveis, que agridem menos a pele. Os detergentes, quando usados para lavar louças, causam ressecamento da pele porque retiram a gordura natural

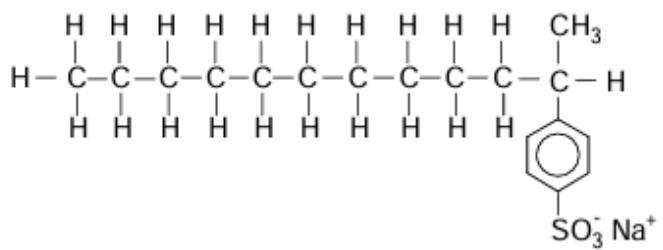
presente nas mãos de quem os utiliza, e ainda são mais suscetíveis a causar irritações (NETO e PINO, s.d.).

4.4 Impacto ambiental dos detergentes

Como mencionado anteriormente, os primeiros detergentes produzidos eram altamente poluidores das águas de rios e lagos, por conta da sua cadeia ramificada. O fato de suas estruturas possuírem cadeia ramificada resulta em uma difícil biodegradabilidade, isso porque não há degradação por microrganismos. Dessa forma, causavam a formação de espuma em excesso na superfície de rios, estações de tratamento e redes de esgoto. (NETO e PINO, s.d).

Portanto, esses detergentes foram substituídos por detergentes que possuem maior biodegradabilidade (capazes de serem consumidos por microrganismos). No Brasil, o Ministério da Saúde em 1977 possibilitou um prazo de quatro anos para que as indústrias de produtos de limpeza fabricassem apenas detergentes biodegradáveis como o mostrado na Figura 7, mas, no ano de 1980, 80% dos detergentes que eram consumidos no Brasil não atendiam esse requisito (NETO e PINO, s.d.).

Figura 7 - Estrutura de um detergente biodegradável



Fonte: NETO e PINO; s.d.

Em ambientes aquáticos, os tensoativos interferem na taxa de oxigênio causando consequências negativas para os animais, como os peixes daquele corpo hídrico. A formação da camada de espuma na superfície de rios e lagos, impede a entrada de luz nos corpos de água interferindo na fotossíntese dos organismos subaquáticos. A figura 8 mostra um exemplo da camada de espuma formada no Rio Tietê (CHERUBINI, 2021).

Figura 8 - Coleta de espuma Rio Tietê - Pirapora do Bom Jesus.



Fonte: CETESB; s.d

A interferência negativa dos detergentes nos ecossistemas é evidenciado principalmente no caso das aves aquáticas. Essas aves possuem um revestimento oleoso em suas pernas que permite sua flutuabilidade em água porque a camada de ar fica presa embaixo desses revestimentos. Quando essa camada oleosa é removida, essas aves não conseguem boiar e se afogam (CHERUBINI, 2021).

Além dos tensoativos, os detergentes possuem aditivos para melhorar sua eficácia, como: polifosfatos, agentes trocadores de íons, espessantes, fragrâncias, corantes, etc. Desses componentes, sabe-se que os polifosfatos causam o fenômeno da eutrofização das águas, pois favorecem a proliferação das algas visto que é o nutriente delas. O crescimento de algas interfere no equilíbrio do ecossistema porque diminui o oxigênio dissolvido em água, ocasionando problemas na vida aquática (CHERUBINI, 2021) e (CETESB, s.d).

4.5 Química verde

A química verde se define também como química sustentável e seus fundamentos estão em práticas que minimizem ou extinguem os impactos ambientais (CCNE, UFSM, 2024).

Está presente nos comércios e vem ganhando cada dia mais visibilidade, pois traz produtos menos tóxicos, mais sustentáveis e menos poluentes (CCNE, UFSM, 2024).

Com o crescente comércio de produtos verdes, entrou em pauta os produtos domésticos, que muitas vezes são descartados pela população, sem consciência do que eles podem causar na natureza (SANTOS; Lucicleitor, 2022).

Diante deste viés, um detergente verde se torna extremamente necessário, pois, o detergente comum tem uma grande capacidade de poluir. Em sua composição eles devem possuir em sua estrutura moléculas não ramificadas, facilitando assim, sua degradação pelos microrganismos (SANTOS; Lucicleitor, 2022).

4.6 Conservante natural

Os conservantes são substâncias químicas, também conhecidas como preservantes. Sua principal função é inibir o crescimento de microrganismos em um produto, prevenindo deteriorações causadas por bactérias, fungos e leveduras.

Esses produtos podem, ou não, ser naturais. Os conservantes naturais vêm de origem natural, são extraídos de plantas, ou seja, fontes orgânicas. Já os sintéticos são produzidos em laboratórios, com o uso de produtos químicos que não são encontrados na natureza, tornando-os sintéticos.

Vale ressaltar que ambos são produtos químicos, tendo em vista que o conservante natural passa por processos químicos na sua formulação; seu diferencial é que sua matéria-prima é encontrada na natureza, sem a necessidade de ser sintetizada em laboratório para ser obtida, sendo formada por substâncias químicas naturalmente presentes no ambiente (IFOPE, 2021).

Os conservantes podem ser encontrados em diferentes tipos e funcionalidades, sendo os principais: antimicrobianos e antioxidantes, nos quais atuam contra os microrganismos que comprometem a qualidade do produto.

De tal modo, esses tipos de conservantes podem possuir uma ação bactericida, eliminando os patógenos, ou bacteriostática, apenas impedindo o crescimento dessas bactérias. Um exemplo de conservante antimicrobiano bacteriostático é o cloreto de sódio (NaCl), popularmente conhecido como sal de cozinha, que, em alta concentração, absorve a água do alimento, inibindo a multiplicação bacteriana.

Os conservantes antioxidantes, por sua vez, têm como função impedir que o oxigênio reaja sobre o produto, causando sua oxidação e, consequentemente, sua deterioração (IFOPE, 2021).

4.7 Extrato de *Moringa* e suas propriedades antimicrobianas

A *moringa* é uma planta originária da Índia, que está presente em regiões tropicais e subtropicais (SOUSA; LUIZ FELIPE BENTO DE, 2019).

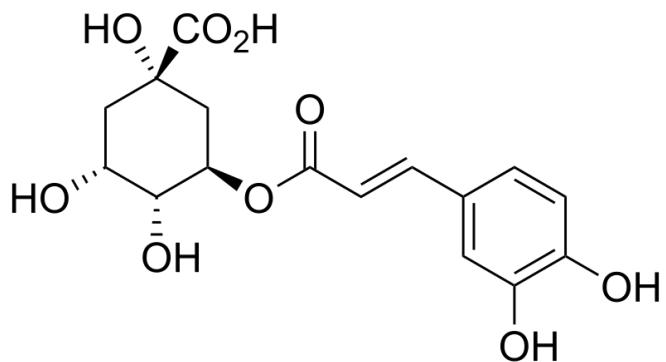
Possui uma história extensa, incluindo arquivos que comprovam sua utilização no Império Grego e Romano; além destes, no Egito Antigo, sendo vista como planta medicinal, purificadora de águas e até mesmo óleo para a pele (SILVA, MARIA VITÓRIA SERAFIM DE, 2021).

Ao serem trituradas, as sementes de moringa produzem proteínas catiônicas, que promovem a suspensão de moléculas indesejadas, facilitando sua decantação e, consequentemente, sua separação por filtragem (ABDALLAH; *et al*, 2023).

Por mais que não seja tão reconhecida, o seu plantio pode ser extenso, sendo possível plantar aproximadamente 500 mil mudas por hectare, o que a torna mais acessível e viável financeiramente (MOREIRA, JACQUELINE S., 2018).

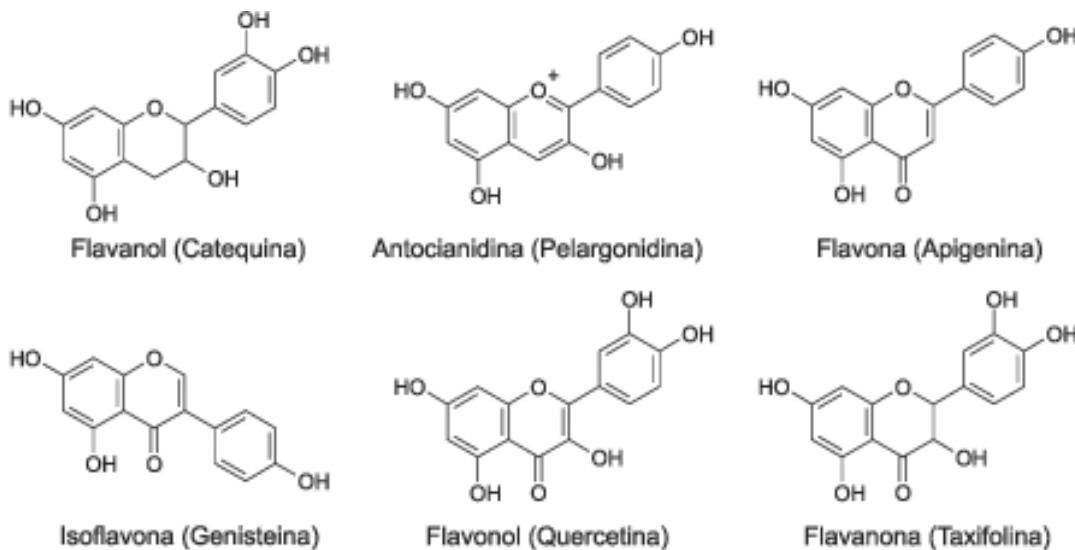
Em sua composição, estão presentes compostos polifenólicos (Figura 9) e sulfurados (isotiocianatos), encontrados nas folhas e sementes; além destes, substâncias antioxidantes (Figura 10) (ABDALLAH; *et al*, 2023).

Figura 9 - Ácido clorogênico, composto polifenólico



Fonte: GREBESKOVA, 2023

Figura 10 - Principais estruturas flavonoides



Fonte: SCHAEFFER, s.d.

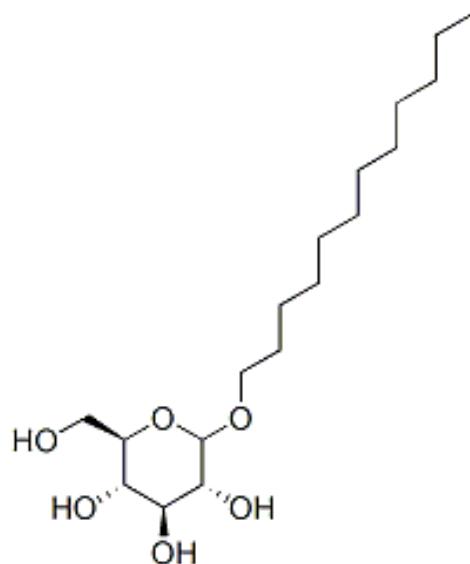
Estes compostos promovem as propriedades antifúngicas, antibacterianas e antimicrobianas da planta (SOUSA; LUIZ FELIPE BENTO DE; 2019).

Algumas das bactérias que a moringa inibe por meio da sua ação antibacteriana são a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*; *Pseudomonas aeruginosa* e *Bacillus subtilis*. Já alguns exemplos de fungos que são inibidos são: *Candida albicans* responsável pela candidíase, *Trichophyton spp.*; Causadora de micoses cutâneas (micose de pele) e o *Cryptococcus neoformans* que pode levar a meningite criptocócica, particularmente em pessoas com HIV/AIDS (PADILHA; RODRIGO TENÓRIO, 2021).

4.8 Coco glucoside

O Coco Glucoside (Figura 11) vem de origem vegetal não iônica, é obtido a partir da reação química do derivado de álcool graxo não secante do óleo de coco com a glicose, age limpando e promovendo formação de espuma. É utilizado amplamente por ser um tensoativo biodegradável e derivado de fontes renováveis. Além de ser ecológico e natural, tem alto poder de compatibilidade com a pele e propriedades dermatológicas, utilizado em peles sensíveis e formulações infantis. Seu pH é 11, sendo alcalino e solúvel em água, de alta viscosidade (SPECIALCHEM, 2024).

Figura 11 - Fórmula estrutural do Coco Glucoside.

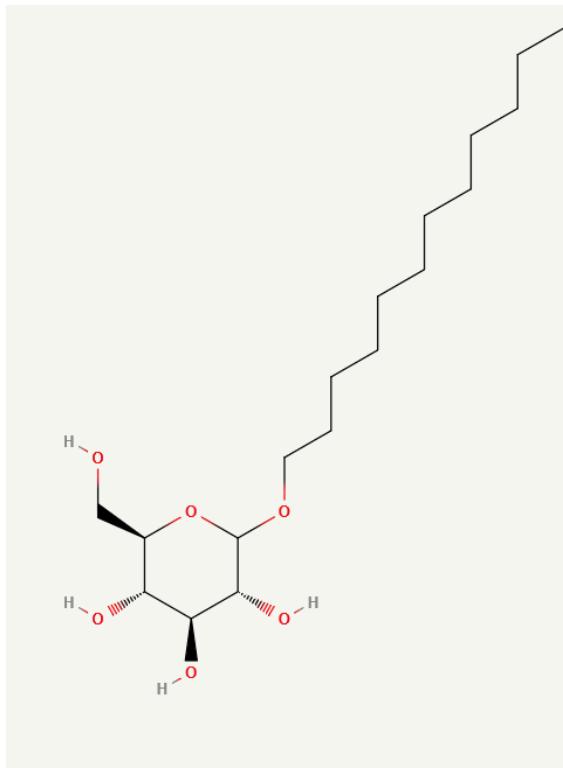


Fonte: BUYERS GUIDE CHEM, 2025.

4.9 Lauril Glicosídeo (Lauril de Milho)

O Lauril Glicosídeo (Figura 12) é um tensoativo não-iônico de origem natural, derivado do milho e é obtido a partir da reação da glicose do amido de milho com um álcool graxo natural de cadeia $C_{12 - 16}$. Esse tensoativo é considerado suave para pele, pois é um surfactante com pouco ou nenhum risco de irritação. Além disso, é facilmente decomposto na natureza, ou seja, é classificado como um tensoativo biodegradável (BOAVENTURA, 2023), (KOLHE, 2022).

Figura 12 - Fórmula estrutural do Lauril glicosídeo.



Fonte: BOAVENTURA, 2023.

Pode ser usado como tensoativo primário ou como co-tensoativo e é popularmente conhecido como Lauril de Milho, sendo o álcool graxo presente em sua reação de obtenção derivado principalmente do óleo de palma e óleo de coco (KOLHE, 2022).

É muito utilizado em produtos para a pele, como limpadores, hidratantes, e também está presente em detergentes para roupas ecológicos. Apresenta uma formação de espuma excepcional para um tensoativo não iônico e sua concentração recomendada é de 2 a 20% . Vale ressaltar que, ele é compatível com outros tipos de tensoativos como: aniônicos, não iônicos, anfóteros e catiônicos (BOAVENTURA, 2023), (COSMETICA CASA, s.d.).

4.10 Diferenças entre os tensoativos Coco glucoside e Lauril de milho

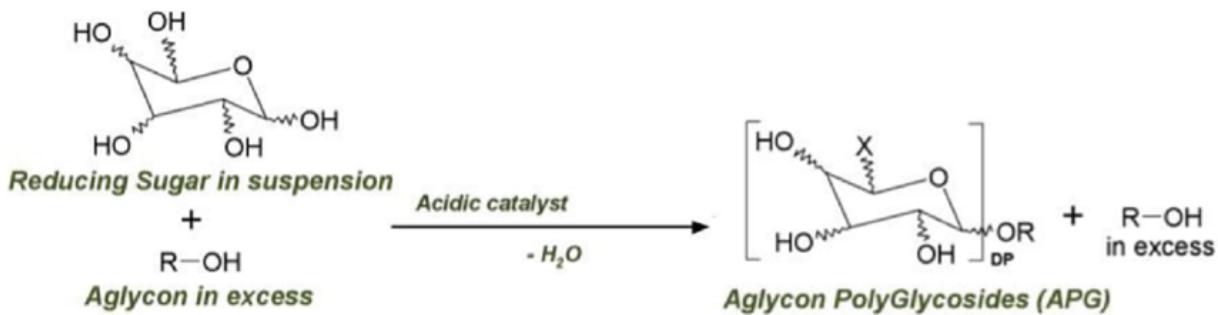
O Coco Glicosídeo e o Lauril Glicosídeo são classificados como surfactantes não iônicos, o que significa que suas moléculas não possuem carga elétrica. Essa característica torna-os mais suaves, em comparação com surfactantes iônicos (como os sulfatos), que podem ser irritantes para a pele e o cabelo. A ausência de carga

elétrica também confere a eles uma melhor compatibilidade com a pele humana, reduzindo o risco de sensibilização e irritação (SANTOS, L. ET AL., 2012).

Os dois surfactantes pertencem à família dos alquil glicosídeos, um grupo de surfactantes que é derivado de fontes naturais, como a glicose (obtida do milho ou do coco) e os ácidos graxos provenientes de óleos vegetais (FANG, Z. ET AL., 2016).

A formação de alquil glicosídeos envolve a reação de álcoois naturais, com uma forma cíclica de açúcar, glicose ou polímeros de glicose (Figura 13) criando compostos que possuem boas propriedades de limpeza, são facilmente biodegradáveis e menos agressivos ao meio ambiente, além de serem livres de subprodutos tóxicos (FANG, Z. ET AL., 2016), (ESPIRAL DE ERVAS, s.d.).

Figura 13 - Esquema da síntese de alquil poliglicosídeos.



Fonte: PAULE et al, 2018.

A quantidade de carbonos da cadeia produz diferentes glicosídeos. A tabela 1 apresenta as principais diferenças entre eles.

Tabela 1 - Comparação entre os tipos de alquil poliglicosídeos.

Tipo de glicosídeo	Comprimento da cadeia	Espuma	Viscosidade
Lauril glicosídeo	12 - 14 carbonos	Formação de espuma mais lenta e mais estável	Alta viscosidade
Decyl glicosídeo	60% de 8-10 carbonos e 40% de 12-14 carbonos	Espuma rica que incorpora rapidamente, mas apresenta uma certa instabilidade.	Baixa viscosidade e excelente fluidez
Coco glicosídeo	40% de 8-10 carbonos e 60% de 12-14 carbonos.	Intermediárias entre lauril e decyl glicosídeo	Intermediárias entre lauril e decyl glicosídeo

Fonte: ESPIRAL DE ERVAS, s.d

Ambos podem ser provenientes do coco e são reconhecidos por sua segurança para os seres humanos, sendo a sua classificação “2” pela EWG (*Environmental Working Group*), ou seja, com um baixo risco de efeitos adversos. Isso porque a EWG avalia a segurança dos ingredientes com base em estudos toxicológicos e informações sobre os riscos de exposição, e uma pontuação de “2” é indicativa de um baixo risco (EWG, 2020).

Sua natureza suave e não irritante faz com que sejam amplamente utilizados em produtos para a pele delicada de bebês, bem como em produtos de cuidados com os animais, como shampoos e sabonetes, que necessitam de ingredientes mais suaves e seguros (YANG, H. ET AL., 2020).

4.11 Solvente Natural

Para produção de um detergente biodegradável por base da química verde é necessário o uso de uma fórmula completamente composta por reagentes orgânicos, desde os solventes até ao corante. Solventes são reagentes essenciais para produção industrial ou em pequena escala, como cosméticos, medicamentos e

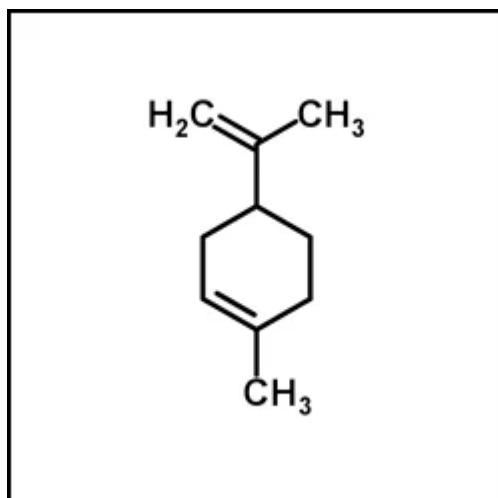
produtos químicos em geral. Contudo, os solventes comumente utilizados, normalmente derivados do petróleo, possuem grande índice poluente, gerando impactos significativos ao meio ambiente, contaminando o solo e a água por descarte inadequado. Muitos solventes convencionais liberam compostos orgânicos voláteis, o que aumenta significativamente a produção de ozônio troposférico, acarretando a piora na qualidade do ar. (POLICARPO, 2024)

Uma alternativa sustentável e biodegradável são os solventes eutéticos profundos (DES), que são solventes formados por um composto receptor de ligação de hidrogênio (*Hydrogen Bond Acceptor* – HBA), com um composto doador de ligação de hidrogênio (*Hydrogen Bond Donor* – HBD), originando uma mistura homogênea que tem um ponto de fusão menor do que os constituintes individuais. Os DES são chamados solventes eutéticos naturais profundos (NADES) quando são constituídos por aminoácidos, ácidos orgânicos, açúcares, ureia ou derivados de colina. Além de ser biodegradável ainda possui baixa toxicidade, estabilização de soluto, sustentabilidade, preparo simples, viscosidade e densidade ajustáveis. (SANTANA et al., 2021)

4.12 D - Limoneno

O D-limoneno (Figura 14) possui uma série de propriedades físico-químicas que tornam seu uso muito atraente para várias indústrias. Sua solubilidade em óleos e sua capacidade de dissolver substâncias gordurosas o tornam um excelente solvente, muitas vezes utilizado em substituição a solventes sintéticos, como tolueno e xileno. Esses solventes sintéticos são conhecidos por serem agressivos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana (MACK & WYLIE, 2016).

Figura 14 - Fórmula estrutural do D-limoneno.



Fonte: Quinarí, s.d.

Além disso, o D-limoneno é volátil e possui um índice de evaporação relativamente rápido, o que o torna útil em aplicações que exigem a rápida dispersão do aroma ou a limpeza de resíduos oleosos sem deixar vestígios. Em produtos de limpeza domésticos e industriais, como desengraxantes, detergentes e desinfetantes, o limoneno é muito apreciado pela sua eficácia e por ser menos tóxico (RAGHU & SANDEEP, 2017).

Uma das principais vantagens do D-limoneno é sua origem natural. Por ser derivado de fontes renováveis, como a casca de frutas cítricas (laranja), o D-limoneno é considerado um "solvente verde", com impacto ambiental menor. Além disso, ele é biodegradável (MACK & WYLIE, 2016).

O D-limoneno é um composto natural que oferece uma alternativa mais segura e ecológica a muitos solventes sintéticos, com ampla aplicação em várias indústrias. Além disso, sua origem natural e sua biodegradabilidade contribuem para seu perfil ecológico positivo. Embora geralmente seguro, o uso do D-limoneno deve ser feito com precaução para evitar irritações ou reações alérgicas em algumas pessoas (FDA, 2020; Raghu & Sandeep, 2017).

4.13 Agente Estabilizante

Para o desenvolvimento de um detergente biodegradável alinhado aos princípios da química verde, é essencial que cada componente da formulação, desde o tensoativo até os aditivos funcionais, seja proveniente de fontes sustentáveis, minimamente tóxicas e com reduzido impacto ambiental. Entre esses

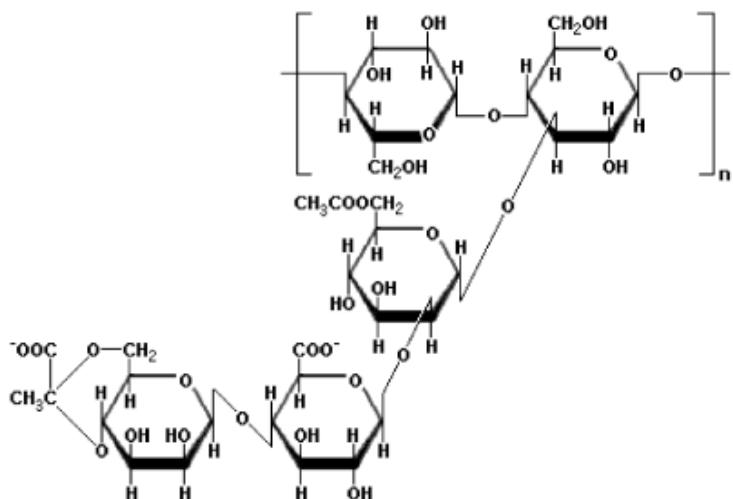
aditivos, os agentes estabilizantes desempenham papel fundamental na manutenção das características físico-químicas do produto, promovendo a estabilidade de emulsões e suspensões e evitando a separação de fases ao longo do tempo de prateleira (ALQUIMIA, 2022).

Esses estabilizantes podem atuar por diferentes mecanismos, a depender do tipo de instabilidade que se deseja evitar. Alguns funcionam como antioxidantes, prevenindo a degradação oxidativa de compostos sensíveis, outros inibem o crescimento microbiano, e há ainda os que modificam parâmetros como pH e temperatura, impedindo reações indesejadas (CHEMCARE, 2023).

4.14 Goma Xantana

No contexto específico da formulação de detergentes ecológicos, um estabilizante amplamente utilizado é a goma xantana — um polissacarídeo obtido por fermentação de açúcares por bactérias do gênero *Xanthomonas campestris* (Figura 15). Essa substância apresenta elevada capacidade de formar soluções viscosas mesmo em baixas concentrações, contribuindo para a estabilidade da mistura e a manutenção de sua viscosidade ao longo do tempo (INSPER, 2022).

Figura 15 - Estrutura da Goma Xantana.



Fonte: Scielo, 2008.

A goma xantana age como um espessante e estabilizante natural, promovendo textura uniforme e evitando a sedimentação de componentes sólidos em formulações líquidas. Sua estrutura molecular permite a formação de uma rede

tridimensional quando hidratada, aumentando a viscosidade da solução e melhorando a estabilidade da formulação, mesmo sob variações de temperatura e pH. Por essas características, ela representa uma alternativa eficiente e ecológica aos estabilizantes sintéticos tradicionalmente utilizados na indústria química (INSPER, 2022).

4.15 Agente sequestrante

Algumas características da água devem ser levadas em consideração na produção de produtos de limpeza. Uma dessas características é a dureza da água, que se define pelos íons metálicos dissolvidos nela, quanto mais íons dissolvidos maior é a sua dureza. Dessa forma, a água dura contém excesso de sais de cálcio e magnésio que reagem com os ânions dos tensoativos presentes na formulação dos detergentes e forma compostos insolúveis que reduzem a eficiência do mesmo (RAMOS, GARÇÃO E MEIRA, 2021).

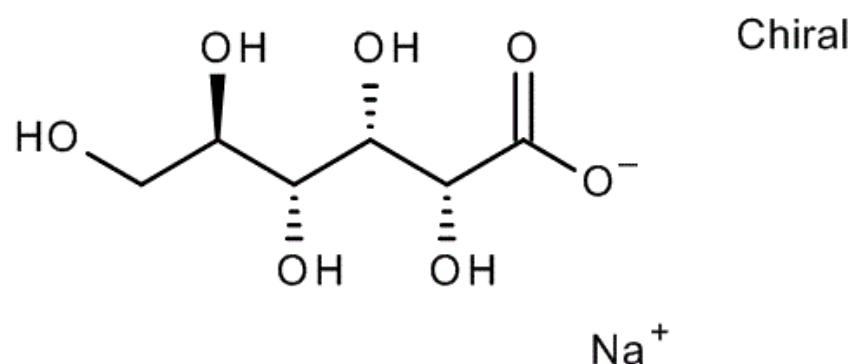
Nesse sentido, os agentes sequestrantes servem para retirar os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} da água dura e possibilitar uma melhor atuação do detergente. Nas formulações tradicionais, é utilizado principalmente fosfatos que apesar de baratearem o custo do produto final, prejudicam o meio-ambiente (RAMOS, GARÇÃO E MEIRA, 2021).

Os produtos de limpeza são a terceira maior fonte de descarte de fosfatos em águas superficiais, sendo utilizados na forma de tripolifosfato de sódio (STPP). Quando a sujeira se desprende do material, o STPP fica responsável por mantê-la em suspensão na água para que possa ser removida posteriormente. A pressão de ambientalistas levou à criação de leis que limitam a adição de fosfatos em detergentes, como a resolução do CONAMA 359/05, que estabeleceu o limite máximo de 4,80% (RAMOS, GARÇÃO E MEIRA, 2021).

4.16 Gluconato de sódio

O gluconato de sódio (Figura 16) consiste em um sal de sódio do ácido glucônico (ácido hexanoico), obtido pela fermentação da glucose do milho. É um produto sintético, resultado da oxidação bioquímica da D-glicose e neutralização com hidróxido de sódio (ALVARO, 2022), (ENGENHARIA DAS ESSENCIAIS, s.d)

Figura 16 - Estrutura do gluconato de sódio.



Fonte: Merck Chemicals, s.d

5. METODOLOGIA

A presente metodologia foi construída a partir de referências bibliográficas, como apostilas técnicas e artigos científicos, e ajustada de acordo com os reagentes selecionados e suas respectivas funções na formulação.

5.1. Reagentes

- Béqueres de 250mL;
- Bastão de vidro ;
- Pisseta;
- Extrato de *Moringa* - 1%;
- D-limoneno 2%;
- Lauril glicosídeo - 15%;
- Goma Xantana - 0,3%;
- Ácido Cítrico - 0,2%;
- Gluconato de sódio - 0,1%;
- Água Destilada;
- Óxido de Cálcio;

5.2 Equipamentos

- EPI's;
- Balança Analítica;
- PH;
- Banho-Maria;
- Chapa de aquecimento;
- pHmetro;
- Fitas Universais;
- Bomba à vácuo.

5.3 Preparação do Extrato de *Moringa* (Santos, 2023).

As folhas de *Moringa Oleífera* foram trituradas em moinho mecânico e posteriormente realizou-se a extração. Através do método de maceração, cada amostra de 10g in natura da planta foi embebida em 120mL de etanol, o sistema foi agitado no segundo dia e concluiu-se o experimento com apenas um ciclo de extração. Para concentrar os extratos, utilizou-se o rota-evaporador com rotação de 80 rpm e temperatura de 45°C.

5.4 Dispersão da goma xantana (Lemos e Velho, 2021).

Pré diluiu-se 1g de goma xantana em 9g de glicerina vegetal bi-destilada com o objetivo de facilitar a dispersão e evitar a formação de grumos. Logo após, adicionou-se o reagente à fase aquosa, que pode ou não ser submetida a aquecimento, e mantida sob agitação constante por 10 minutos até o desaparecimento de flocos brancos. Observou-se que o resultado final da estabilização e viscosidade do produto se apresenta no dia seguinte da confecção.

5.5 Preparação do detergente (Neto e Pino, s.d)

Adicionou-se o tensoativo Lauril glicosídeo em um bêquer com água destilada. Misturou-se até formar uma solução homogênea.

Logo após, acrescentou-se o solvente D-Limoneno a mistura de tensoativos sob agitação constante. Adicionou-se lentamente sob agitação a solução de ácido cítrico até a mistura atingir um pH de 6-7. Para o ajuste de viscosidade, foi adicionado a goma xantana até atingir o resultado desejado.

Por fim, adicionou-se o extrato de moringa e o gluconato de sódio a solução, garantindo uma mistura homogênea. Verificou-se o pH e a viscosidade final do produto.

5.6 Extração do corante natural (Júnior, 2016).

Para obtenção dos extratos utilizou-se 30 g de pétalas para 100 mL de álcool etílico comercial 70%. Após a maceração, separou-se a parte sólida do extrato, em um sistema de filtração simples e após a filtração, obteve-se os extratos.

5.7 Teste de eficiência em águas duras (Neto e Pino, s.d)

Adicionou-se água destilada até a metade de quatro tubos de ensaio e numerou-se as vidrarias de 1 a 4. Nos dois últimos (3 e 4) adicionou-se uma pitada

de óxido de cálcio. Nos tubos 1 e 3 adicionou-se um pequeno pedaço de sabão, na qual foi solubilizado por agitação. Nos tubos 2 e 4 adicionou-se 4 gotas de detergente e agitou-se. Com fitas indicadoras, verificou-se o pH de cada solução.

5.8 Teste da atividade antimicrobiana do detergente de extrato de *moringa* (Barroso et al, 2024.)

O detergente produzido foi colocado na placa contendo nutriente e inoculado com uma suspensão bacteriana cultivada no ambiente escolar. Após esse procedimento, identificou-se a presença de halos de inibição ao redor dos discos, que indicou a atividade antimicrobiana do extrato. Para a avaliação dos tipos de microrganismos que cresceram na placa cultivada, realizou-se a coloração de gram.

5.9 Teste de biodegradabilidade (SILVA et al, 2011).

5.9.1 Preparo de inóculo

Foram utilizados 100 g de solo fértil e foi adicionado água destilada até obter 1000mL. Deixou-se em repouso por 30 minutos e em seguida o material sobrenadante foi submetido a uma filtração a vácuo. Foram desprezados os primeiros 200mL e coletou-se o restante, o inóculo foi utilizado no mesmo dia em que foi preparado.

5.9.2 Preparo do meio mineral

Foi dissolvido em 1000mL de água destilada: 0,0085 g de fosfato monopotássico, 0,02175 g de fosfato dipotássico, 0,03340 g de fosfato dissódico dihidratado, 0,00170 g de cloreto de amônio, 0,02250g de sulfato de magnésio heptahidratado, 0,02750 g de cloreto de cálcio e 0,00025 g de cloreto férrico hexahidratado.

5.9.3 Preparo da amostra

Dissolveu-se 2,5mL do detergente com 5mL do inóculo, e completou-se com 250mL com o meio mineral. Colocou-se 10 mL da solução em uma proveta graduada de 100mL. O teste de batimento foi realizado agitando-se a proveta por 1 min durante 5 dias. Com os dados obtidos, construiu-se um gráfico denominado de avaliação de biodegradabilidade, onde contém informações sobre a altura da espuma em centímetros em função do tempo em dias.

6. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

6.1 Obtenção do extrato de *Moringa Oleífera*

Realizou-se a extração hidroalcoólica *moringa oleífera* em pó à granel. Para isso, adicionou-se 50g de moringa em pó e deixou-se em 250mL da solução de etanol 70% por uma semana em um recipiente âmbar para proteger da luz. Durante os dias, foi necessário agitar levemente a solução, a agitação foi realizada por 4 dias seguidos.

Após uma semana, realizou-se uma filtração à vácuo para separar o extrato líquido da parte sólida da moringa. Para lavar o recipiente e filtrar todo o extrato, adicionou-se mais 250mL de álcool etílico 70%, resultando em um volume final de 500mL de filtrado. Em seguida, para concentrá-lo, realizou-se a evaporação controlada através do banho-maria. Esse processo foi feito a uma temperatura de 40-45°C a fim de preservar os compostos termosensíveis da planta.

6.2 Dispersão da goma xantana

Pesou-se 5,0162 g de goma xantana e ela foi dispersada em 45 mL de glicerina bi-destilada, seguindo a proporção 1:9. Em seguida, ela foi adicionada à fase aquosa.

6.3 Preparação do detergente

Para o preparo de 1L de detergente, adicionou-se 150,02180 g de lauril glicosídeo em aproximadamente 80% do volume de água total e misturou-se até formar uma solução homogênea. Logo após, foi adicionado 20mL de D-limoneno sob agitação constante e, em seguida, foi adicionado a goma xantana previamente dissolvida. Por fim, adicionou-se 10mL de extrato de moringa *oleífera* , 1,0124 g de gluconato de sódio e, aproximadamente, 20 mL de corante a solução, garantindo uma mistura homogênea. O produto foi envasado em embalagens adequadas.

6.4 Extração do corante natural

Para a extração do corante pesou-se 20 g de chá flor de *hibiscus* e adicionou-se 100mL de álcool etílico 70%. Deixou-se em maceração por uma semana e, após esse período, foi feita uma filtração à vácuo para obter o extrato.

6.5 Teste de eficiência em águas duras

Adicionou-se água destilada até a metade de seis tubos de ensaio e numerou-se as vidrarias de 1 a 6. Nas vidrarias 3, 4 e 6, adicionou-se uma pitada de óxido de cálcio. Nos tubos 1 e 3 adicionou-se um pequeno pedaço de sabão da marca ypê, nos tubos 2 e 4 adicionou-se 4 gotas de detergente comercial da marca Fuzetto e por fim, nos tubos 5 e 6 adicionaram-se 4 gotas do detergente verde de extrato de moringa. Com o papel universal indicador verificou-se o pH dos tubos.

6.6 Teste da atividade antimicrobiana do detergente de extrato de *moringa*

Preparou-se 250 mL do meio de cultura não seletivo TSA (Tryptic Soy Agar) dissolvendo-se 16,25 g de ágar em 250mL de água conforme recomendações do fabricante KASVI. Levou-se a solução para o aquecimento sob agitação constante até obter a completa dissolução do meio. Em seguida, o ágar preparado foi levado para a esterilização na autoclave juntamente com 4 placas de petri por 15 minutos a 121°C.

Após a esterilização, o meio de cultura TSA foi distribuído nas placas de Petri, aguardando-se sua completa solidificação. Em seguida, foram adicionados 0,5 mL do detergente verde em duas das quatro placas. Logo após, todas as placas foram inoculadas com amostras coletadas da pia da cozinha da unidade escolar. Por fim, as placas de Petri foram encaminhadas à incubadora, mantendo-se a temperatura aproximada de 35 °C, onde permaneceram por um período de sete dias.

Após uma semana, as placas foram retiradas da incubadora para a realização da coloração de gram. Identificou-se algumas colônias bacterianas e leveduras e elas foram fixadas em uma lâmina com o auxílio de uma alça de inoculação estéril e calor. Posteriormente, adicionou-se violeta genciana até cobrir toda a lâmina e aguardou-se um período de 1 min. Depois, adicionou-se lugol para fixar o corante nas células e aguardou-se o período de 1 min. Realizou-se a descoloração com álcool 70% por 30 segundos e, por fim, adicionou-se a safranina por um período de 1 min. A observação foi feita através de um microscópio óptico com um aumento de 40X e 400X.

6.7 Teste de biodegradabilidade

Pesou-se 100,0154 g de solo fértil (adubado) e adicionou-se 1L de água. Aguardou-se decantar por aproximadamente 30 minutos, em seguida, realizou-se

uma filtração a vácuo. Os primeiros 200mL foram descartados e utilizou-se aproximadamente 300mL de filtrado.

Para o preparo do meio mineral pesou-se: 0,0855 g de fosfato monopotássico, 0,0222 g de fosfato dipotássico, 0,0334 g de fosfato dissódico, 0,0224 g de sulfato de magnésio, 0,0279 g de cloreto de cálcio, 0,0018 g de cloreto de amônio, 0,0026 g de cloreto férrico e dissolveu-se em 1000mL de água.

Pipetou-se 2,5mL do detergente verde e 2,5mL do detergente comercial e foi adicionado 5 mL do inóculo nas duas amostras. Em seguida, completou-se com 250mL de meio mineral. Posteriormente, 10mL de cada solução foi adicionada em duas provetas graduadas de 100mL e agitou-se as soluções por 1min em 3 dias seguidos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do que foi exposto, o presente trabalho tem como proposta desenvolver um detergente verde a partir dos tensoativos lauril glicosídeo e coco glicosídeo e testar as propriedades conservantes da planta *moringa oleífera*. Para isso, foi necessário levar em consideração a viabilidade do produto em relação aos detergentes convencionais e por esse motivo o uso do tensoativo coco glicosídeo foi descartado, a fim de viabilizar o preço de venda (Tabela 2).

Tabela 2 - Custo de produção conforme as proporções estabelecidas.

Custos para a produção de 500mL do detergente verde.		
Reagentes	Concentração	Preço
Água destilada	500mL	R\$ 2,75
D - limoneno 2%	10mL	R\$ 1,81
Lauril de Milho 15%	75g	R\$ 4,14
Goma xantana 0,5%	2,5g	R\$ 0,14
Gluconato de sódio 0,1%	0,5g	R\$ 0,04
Extrato de <i>moringa</i> 1%	5mL	R\$ 0,25
Corante de <i>Hibiscus sabdariffa</i>	20mL	R\$ 1,60
Total		R\$ 15,70

Fonte: Autoral, 2025.

Aplicando o valor da embalagem + 30% de lucro no produto, o preço final do detergente verde será de:

$$\text{Lucro} = (10,73 + 1,35) \times 0,30$$

$$\text{Lucro} = \mathbf{R\$ 3,62}$$

$$\text{Preço final} = 12,08 + 3,62$$

$$\text{Preço final} = \mathbf{R\$ 15,70}$$

Em relação aos procedimentos realizados para a preparação do detergente verde, é necessário pontuar que obteve-se resultados satisfatórios com a metodologia seguida, sendo necessárias algumas adaptações. Uma das adaptações foi alterar a quantidade da goma xantana para 0,5%, pois com 0,3% o detergente ainda apresentava uma viscosidade aquosa não desejável. Não obteve-se sucesso na concentração do extrato de *moringa*, tal fato está relacionado à falta do equipamento rotaevaporador na unidade escolar que teve que ser substituído pelo banho-maria com o objetivo de controlar a temperatura para preservar os compostos extraídos da planta. O novo método adotado apresentou-se uma alternativa muito lenta e inadequada para o controle preciso de temperatura, por isso optou-se por utilizar o extrato não concentrado de *moringa oleífera*. A figura 17 e 18 mostram a filtração à vácuo realizada para a obtenção da substância e o procedimento de concentração do extrato, respectivamente.

Figura 17 - Filtração do extrato de *moringa oleífera*.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 18 - Concentração do extrato em banho - maria.



Fonte: Autoral, 2025.

A extração hidroalcoólica do corante natural de *Hibiscus* obteve um resultado satisfatório e foi incorporado na formulação do detergente verde. Entretanto, a substância age como um indicador de pH, por isso, foi necessário ajustar essa propriedade na formulação final. Obteve-se um pH entre 6-7 conforme a figura 19.

Figura 19 - pH do detergente verde após ajuste.



Fonte: Autoral, 2025.

Para verificar a eficiência do produto realizou-se um teste simples que tinha como objetivo avaliar a capacidade de remoção de gorduras do detergente em recipientes e mãos engorduradas. No primeiro teste, aplicou-se uma camada de óleo

em um béquer (Figura 20), em seguida, adicionou-se o detergente fabricado e lavou-se o recipiente (Figura 21) , observando posteriormente a completa remoção do óleo (Figura 22). Assim como, também se mostrou eficiente na lavagem de mão engorduradas (Figura 23).

Figura 20 - Béquer com óleo de soja.



Fonte: Autoral, 2025

Figura 21 - Teste de limpeza do detergente.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 22 - Béquer limpo após a lavagem.



Fonte: Autoral, 2025.

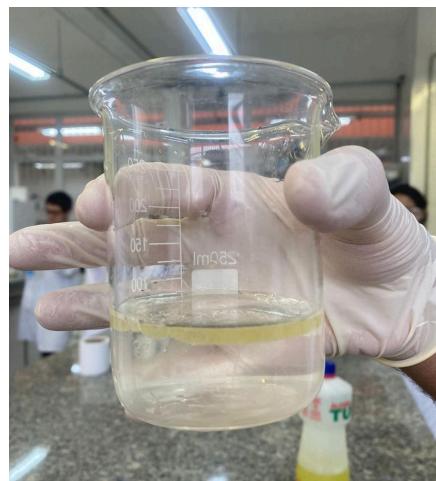
Figura 23 - Mão com detergente.



Fonte: Autoral, 2025.

No segundo teste, foi adicionado no mesmo béquer água e óleo (Figura 24), em seguida, agitou-se formando um vortex e deixou-se em descanso observando a formação de micelas no processo de emulsificação (Figura 25).

Figura 24 - Água e óleo no béquer..



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 25 - Formação de micelas no processo de emulsificação.



Fonte: Autoral, 2025.

Dessa maneira, a ação tensoativa do detergente verde se apresentou eficaz na remoção de gordura e não se mostrou agressivo à pele durante os testes realizados. Ademais, para verificar sua eficiência em águas duras foi feito uma comparação entre diferentes tipos de amostra em contato com CaO (Óxido de cálcio), conforme mostra os dados da tabela 3.

Tabela 3 - Resultados obtidos no teste de eficácia em águas duras.

Amostras	pH das soluções	Tipo de amostras
Tubo 1	6-7	Sabão
Tubo 2	5	Detergente comercial
Tubo 3	9	Sabão + CaO
Tubo 4	6	Detergente comercial + CaO
Tubo 5	5	Detergente verde
Tubo 6	6	Detergente verde + CaO

Fonte: Autoral, 2025.

É válido ressaltar que o teste foi feito antes do ajuste de pH da formulação do detergente verde e por isso o produto apresentou pH 5. Com base nos resultados obtidos, o detergente verde possui uma ótima estabilidade em contato com esse tipo de água já que, em comparação com o sabão, o seu pH alterou-se levemente. Isso ocorre porque ao entrar em contato com íons Ca^{2+} e Mg^{2+} o detergente não forma compostos insolúveis em água, diferente do sabão que, ao reagir, forma produtos insolúveis que afetam sua eficácia de limpeza e seu pH.

O trabalho tem como diferencial explorar as atividades conservantes da planta *moringa oleífera* para a aplicação em formulações de saneantes. Para comprovar o seu potencial, foi feito o cultivo de microrganismos por meio do ágar TSA. O Ágar TSA (Ágar Triptona de Soja) é um meio de cultura não seletivo utilizado no isolamento e cultivo de diversos tipos de microrganismos. Ele é um meio de cultura altamente nutritivo, pois fornece nitrogênio orgânico, especificamente aminoácidos e peptídeos de cadeia longa, e é utilizado para o crescimento de bactérias e fungos (LABOR, 2023), (BIOCEN, s.d).

De acordo com as especificações do fabricante Kasvi, para 1L de água é necessário pesar 40g de TSA. Com base nessas informações, realizou-se o cálculo para 250 mL do meio.

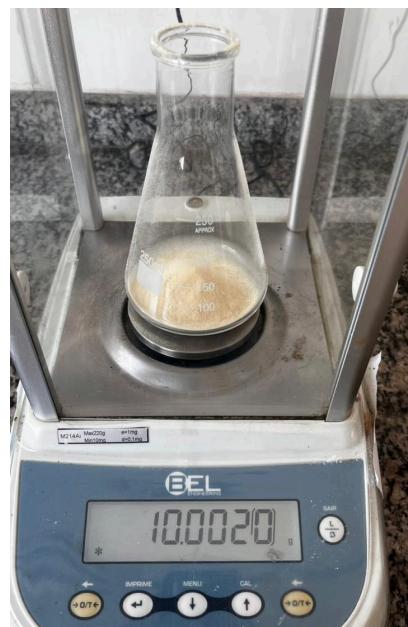
40g — 1000mL

x — 250mL

$$\mathbf{x = 10g}$$

Com base nesse cálculo pesou-se 10g do ágar e dissolveu-se em 250mL de água (Figura 26), (Figura 27).

Figura 26 - Pesagem do Ágar TSA.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 27 - Preparação do meio de cultura.



Fonte: Autoral, 2025.

Em seguida, por recomendação do fabricante, esterilizou-se o meio de cultura e quatro placas de petri na autoclave a 121°C por 15 minutos. Após a esterilização, foi coletado, com o auxílio de uma alça inoculadora, amostras da pia da cozinha da unidade escolar conforme mostram as figuras 28, 29 e 30.

Figura 28 - Coleta de amostras.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 29 - Coleta de amostras.



Fonte: Autoral, 2025.

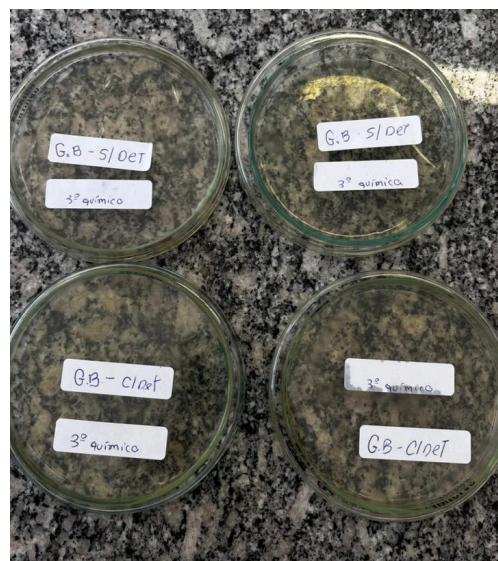
Figura 30 - Inoculação das amostras.



Fonte: Autoral, 2025.

O teste não foi feito de forma totalmente estéril devido à ausência de bico de bunsen na unidade escolar. Por isso, acredita-se que a amostra tenha sofrido contaminações externas. Após a inoculação, adicionou-se uma pequena quantidade de detergente verde em duas das quatro placas, identificou-se (Figura 31) e incubou-se as amostras por 7 dias em uma temperatura de 36°C.

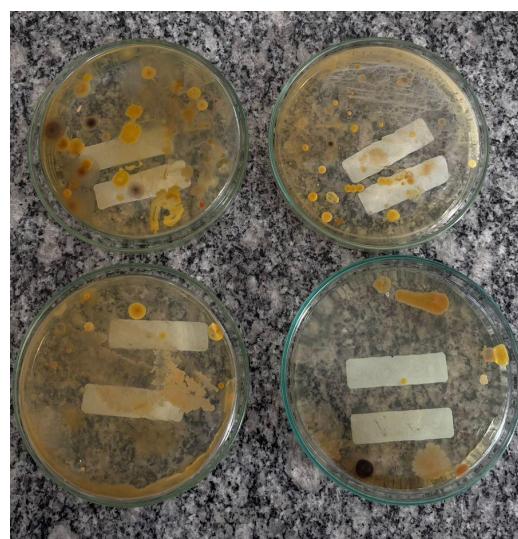
Figura 31 - Placas inoculadas e identificadas.



Fonte: Autoral, 2025.

Após 7 dias, observou-se que houve crescimento de microrganismos em todas as placas (Figura 32), entretanto as duas placas que continham o detergente verde tiveram uma menor contaminação (Figura 33) (Figura 34). Foi observado o crescimento de diferentes microrganismos, incluindo colônias de bactérias pigmentadas (amarelas e creme), colônias de fungos com aspecto algodonoso e leveduras. Para identificar que tipo de microrganismos se proliferaram, foi feito uma coloração de gram de diversas colônias da placa (Figura 35).

Figura 32 - Placas após 7 dias.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 33 - Placa com detergente verde.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 34 - Placa com detergente verde.



Fonte: Autoral, 2025.

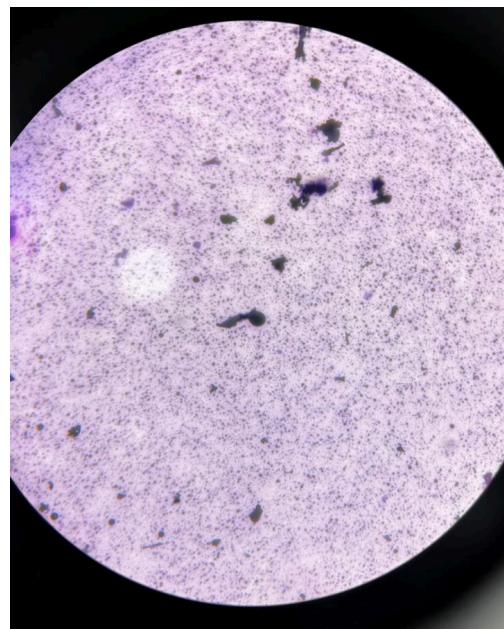
Figura 35 - Lâminas coradas.



Fonte: Autoral, 2025.

Após a coloração, as lâminas foram levadas ao microscópio em um aumento de 400X. Embora a técnica tenha sido feita com uma quantidade excessiva de corante, a coloração de gram revelou a presença de microrganismos gram positivos e gram negativos, incluindo cocos e bacilos. Além disso, também inclui a presença de fungos e bolores (Figura 36), (Figura 37), (Figura 38) e (Figura 39).

Figura 36 - Bactérias gram positivas.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 37 - Morfologia cocos e bacilos.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 38 - Morfologia cocos e bacilos.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 39 - Bactérias gram negativas.



Fonte: Autoral, 2025.

Em suma, ao comparar visualmente as placas de petri, as duas placas controle (sem detergente) apresentaram uma contaminação microbiana com grande quantidade de colônias distribuídas por toda a superfície do meio de cultura. Entretanto, as duas placas que continham o detergente verde apresentaram uma redução no número e tamanho das colônias, indicando uma menor proliferação de

microrganismos. Portanto, essa diferença evidencia que a presença do extrato de *moringa oleífera* no detergente verde conseguiu inibir o crescimento microbiano.

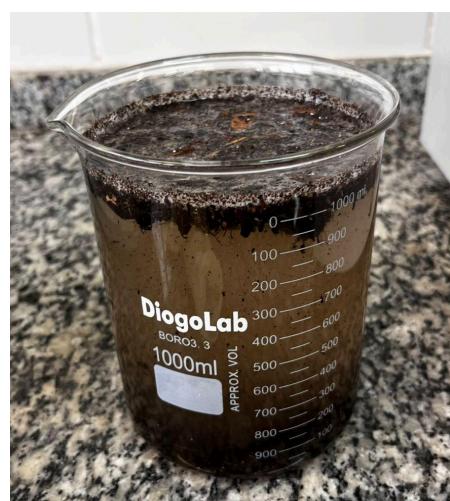
O último teste realizado foi o teste de biodegradabilidade. Para isso, buscou-se simular o máximo possível as condições reais ocorridas no meio ambiente. Para isso foi necessário preparar dois meios: um meio mineral e o inóculo (Figura 40 e 41).

Figura 40 - Meio mineral para teste de biodegradabilidade.



Fonte: Autoral, 2025.

Figura 41 - Inóculo para teste de biodegradabilidade



Fonte: Autoral, 2025.

Após a realização de todos os passos do teste de biodegradabilidade, os resultados obtidos em 17 dias foram registrados conforme a tabela 4, sendo a amostra 1 o detergente verde e a amostra 2 o detergente convencional.

Tabela 4 - Resultados obtidos no teste de biodegradabilidade.

Amostra 1	Nível de espuma	Dia	Amostra 2	Nível da espuma	Dia
	14mL	0		26mL	0
	7mL	1		45mL	1
	22mL	2		35mL	2
	19mL	3		32mL	3
	8mL	17		30mL	17

Fonte: Autoral, 2025.

De acordo com a fórmula:

$$\text{Taxa de biodegradabilidade} = \frac{\text{Volume inicial} - \text{Volume final}}{\text{Volume Inicial}} \times 100$$

A taxa de biodegradabilidade do detergente verde é igual a 42,85%, com uma taxa de degradação igual a 2,52% ao dia. Com base nessas informações, estimou-se que em 28 dias a taxa de biodegradação do detergente verde seria de 70,56%. Embora a análise tenha sido feita de maneira análoga com o detergente convencional, a amostra apresentou um comportamento bem diferente em comparação com a amostra 1. Isso porque observa-se que na amostra 1, a partir do dia 2 ocorreu um aumento no volume de espuma, seguido por uma redução gradual a partir do dia 3, chegando a um volume final de 14 mL no dia 17. Já na amostra 2, o aumento do volume de espuma ocorre mais precocemente, no dia 1, e embora haja uma diminuição ao longo do período analisado, o valor final no dia 17 ainda permanece acima do volume inicial.

A hipótese elaborada pelo grupo consistiu em analisar as condições na qual a amostra estava inserida e tentar compreender o seu comportamento. Nesse sentido, acredita-se que as amostras entraram em contato com o meio e reagiram com os íons dissolvidos (Mg^{2+} , Ca^{2+} e Fe^{3+}), ou com algum outro componente presente na solução, que provavelmente resultou em um aumento do nível de espuma em ambas amostras. Entretanto, enquanto a amostra 1 apresentou uma estabilização e uma visível degradação, indicada

pela diminuição da espuma, possivelmente por estar sendo consumida por algum microrganismo, a amostra 2 ainda que tenha se degradado apresentou um volume final superior ao volume inicial, em outras palavras, os resultados indicaram que os microrganismos não conseguiram degradar a amostra 2 com a mesma facilidade que degradaram a amostra 1, evidenciando que a composição do detergente convencional continha algum reagente que impossibilitava essa ação.

Nesse contexto, ainda que se tenha obtido resultados desejáveis acerca do detergente verde nesse teste, segundo a RESOLUÇÃO - RDC Nº 180, DE 3 DE OUTUBRO DE 2006 da ANVISA as informações a respeito da biodegradabilidade de um detergente devem ser comprovadas pela metodologia internacional OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) em que o valor mínimo aceitável é de 80%. Dessa maneira, formalmente o produto não pode ser classificado como facilmente biodegradável uma vez que o teste realizado não segue os procedimentos estabelecidos pela OECD.

8. CONCLUSÃO

Portanto, em síntese, a formulação do detergente foi desenvolvida com êxito, alinhada com os objetivos da química verde e utilizando a *moringa oleífera* como conservante natural. Sua atividade antimicrobiana foi comprovada com uma menor proliferação de microrganismos em placas inoculadas com o detergente produzido. Além disso, a estabilidade físico-química do produto apresentou um bom desempenho especialmente em águas duras, sua eficiência de limpeza e formação de espuma foram satisfatórias e sua taxa de biodegradabilidade foi estimada para 70,56% em um período de 28 dias.

Embora a maioria dos resultados sejam positivos, o custo atual não compete com detergentes convencionais, ficando restrito à competição dentro do segmento de produtos ecológicos. Como uma sugestão futura, acredita-se que uma dinâmica de economia circular, como embalagens retornáveis, seja uma alternativa para a diminuição do valor.

Sendo assim, ao final obteve-se um produto eficiente e seguro, mostrando desempenho de limpeza satisfatório, estabilidade e baixa agressividade. O detergente verde surge como uma alternativa sustentável em conformidade com os ODS e com potencial para expansão no mercado de saneantes verdes.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, Reda; MOSTAFA, Nader Y.; KIRRELLA, Ghada A. K.; GABALLAH, Ibrahim; IMRE, Kálmán; MORAR, Adriana; HERMAN, Viorel; SALLAM, Khalid Ibrahim; ELSHEBRAWY, Hend Ali. Efeito antimicrobiano do extrato de folhas de *Moringa oleifera* em patógenos transmitidos por alimentos em carne moída. *Frontiers in Microbiology*, v. 14, 2023. Editado por Rubén Domínguez. Disponível em: <https://PMC9956989/>. Acesso em: 24 mar. 2025.

ANVISA (Brasil). Resolução RDC n.º 180, de 03 de outubro de 2006. Dispõe sobre detergentes. Diários Oficiais [da] União, Brasília, DF, 2006. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2006/rdc0180_03_10_2006.html. Acesso em: 22 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM (ABRE). Treinamentos. Disponível em: <https://www.abre.org.br/treinamentos/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

BARROSO, Maria Isabela do Lino; SILVA, Arthur José Telles da; SANTOS, Bianca de Melo Silveira dos; FERREIRA, Joyce Ribeiro de Queiroz; MASSOLI, Mariana Casteleti Beraldo. Estudo da atividade antimicrobiana do desinfetante de extrato de *Moringa oleifera*. In: Revista FATEC – Simpósio 2024 (Edição Especial), 2024. ETEC Bento Carlos Botelho do Amaral. Disponível em: <https://share.google/guSDnSxoEWBVIFfni>. Acesso em: 27 set. 2025.

BIOSAN. Comparativo de eficiência: detergentes biodegradáveis vs. convencionais. Disponível em: Biosan. Acesso em: 22 mar. 2025.

BUYERS GUIDE CHEMICAL. Chemical Property - D-Limonene. Disponível em: https://www.buyersguidechem.com/chemicalproperty_233801670564.html. Acesso em: 13 maio 2025.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Detergentes. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/contaminan>

tes/detergentes/. Acesso em: 22 mar. 2025.

CLICK2CLEAN. Detergentes ecológicos vs. detergentes convencionais: qual é a diferença? Disponível em: Click2Clean. Acesso em: 22 mar. 2025.

COSMÉTICA CASA. Lauril Glicosídeo. Cosmética Casa. Disponível em: https://cosmetica.casa/produto/lauril-glicosideo/?srsltid=AfmBOor_NYO7cSAbA6vfJ_MIANq-b5poBeicUFzDSq-2ja-7-Lrz-Ty. Acesso em: 22 abr. 2025.

COSMÉTICA EM FOCO. Lauryl Glucoside. Cosmética em Foco. Disponível em: <https://cosmeticaemfoco.com.br/materias-primas/lauryl-glucoside/>. Acesso em: 22 abr. 2025.

D'AGOSTINO, A. et al. The foaming behavior of alkyl glucosides in liquid cleansing formulations. *Journal of Surfactants and Detergents*, 17(5), 873–881, 2014. Acesso em: 13 mai. 2025.

DUPRAT-DE-PAULE, Sébastien & GUILBOT, Jérôme & ROSO, Alicia & CAMBOS, Sophie & PIERRE, Aurélie. (2018). Augmented bio-based lipids for cosmetics. OCL. 25. 10.1051/ocl/2018036.

ECOKIDS E COTEENS. Sabão e detergente: conheça seus impactos ambientais. Disponível em: <https://ecokidsecoteens.mpba.mp.br/noticias/sabao-e-detergente-conheca-seus-impactos-ambientais/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

ENGENHARIA DAS ESSÊNCIAS. Sequestrante verde: gluconato de sódio. Disponível em: <https://www.engenhariadasessencias.com/sequestrante-verde-gluconato-de-sodio-p-87>). Acesso em: 5 ago. 2025.

ENVIRONMENTAL WORKING GROUP (EWG). Skin Deep Cosmetics Database. Disponível em: <www.ewg.org/skindeep>. Acesso em: 13 mai. 2025.

EXAME. Preocupação dos brasileiros com o planeta afeta consumo e 73% estão mudando para opções sustentáveis. Disponível em: <https://exame.com/esg/preocupacao-dos-brasileiros-com-o-planeta-afeta-consumo-e-73-estao-mudando-para-opcoes-sustentaveis/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

FANG, Z. et al. Aliphatic Glycosides in Surfactant Systems: A Green Approach. *Journal of Surfactants and Detergents*, 19(4), 915–926, 2016. Acesso em: 13 mai. 2025.

FELTRE, P. Química. 1. ed. São Paulo: Editora, 2004.

IFOPE. Conservantes naturais. Blog IFOPE. Disponível em: <https://blog.ifope.com.br/conservantes-naturais/>. Acesso em: 15 abr. 2025.

INSUMOS. Conservantes naturais. Insumos Cosméticos e Perfumes. Disponível em: http://www.insumos.com.br/cosmeticos_e_perfumes/artigos/conservantes_n%2044.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

KANTAR. Aumento do consumo de detergentes no Brasil em 2024. Disponível em: <https://www.kantar.com/brazil/inspiration/consumo/2024-wp-aumento-de-consumo-de-detergentes-bra>. Acesso em: 22 mar. 2025.

LEMOS, Marcella; VELHO, Ana. *Conhecendo o ingrediente Goma Xantana*. Espiral de Ervas, 2021. Disponível em: <https://espiraldeervas.com.br/ingrediente-goma-xantana/>. Acesso em: 13 maio. 2025.

MACK, A.; WYLIE, D. Limonene as a solvent: A greener alternative to traditional solvents. *Environmental Science and Technology*, 50(6), 3276–3281, 2016. Acesso em: 13 mai. 2025.

MERCK CHEMICALS. Gluconato de sódio - 817054. Disponível em: <https://structuresearch.merck-chemicals.com/cgi-bin/getStructureImage.pl?owner=MDA&unit=CHEM&product=817054>. Acesso em: 5 ago. 2025.

MORINGA OLEIFERA. Moringa oleifera in traditional medicine: historical uses and wisdom. Disponível em: <https://moringaooleifera.org/moringa-oleifera-in-traditional-medicine-historical-uses-and-wisdom/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

NAÇÕES UNIDAS (ONU). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 22 mar. 2025.

RAGHU, S.; SANDEEP, K. Limonene: A versatile natural compound in the fragrance and flavor industries. *Journal of Natural Products*, 80(10), 2506–2516, 2017. Acesso em: 13 mai. 2025.

REVISTA HIGIPLUS. Química Verde traz sustentabilidade aos produtos de limpeza. Disponível em: <https://revistahigiplus.abralimp.org.br/quimica-verde-traz-sustentabilidade-aos-produtos-de-limpeza/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

SANTOS, Ariana da Silva. Caracterização fitoquímica e antioxidante dos extratos hidroalcoólicos de *Moringa oleifera* Lam em diferentes épocas de coleta. 2023. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) — Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Farmacêuticas, Maceió, 2023. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/bitstream/123456789/12831/1/Carateriza%C3%A7%C3%A3o%20fitoqu%C3%ADmica%20e%20antioxidante%20dos%20extratos%20hidroalco%C3%B3licos%20de%20Moringa%20oleifera%20Lam%20em%20diferentes%C3%A9pocas%20de%20coleta.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2025.

SANTOS, Edson R. dos; SILVA, Alexandre R. da; COSTA, Rosana B. da. Estudo de métodos analíticos para a determinação de compostos fenólicos em cosméticos. *Química Nova*, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 472–478, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Zq89skK93pPhGP7S6Yh5Csv/>. Acesso em: 13 mai. 2025.

SANTOS JÚNIOR, José Maria Ferreira dos. *Da extração dos pigmentos da Hibiscus rosa-sinensis e da Ixora chinensis até os indicadores naturais de ácido-base como recurso didático para a disciplina de Química no Ensino Médio*. 2016. 50 f. Trabalho

de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura Plena em Química) — Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48541/3/2016_tcc_jmfsjunior.pdf. Acesso em: 7 out. 2025.

SANTOS, L. et al. Non-ionic surfactants: their application and benefits in cosmetics. *Journal of Cosmetic Science*, 63(1), 21–28, 2012. Acesso em: 13 mai. 2025.

SANTOS, Lucileitor. ESTUDO COMPARATIVO E INTEGRATIVO DE DETERGENTES ECOLÓGICOS PRODUZIDOS A PARTIR DE MATÉRIAS-PRIMAS RENOVÁVEIS. *Rev. Bras. Proc. Quím.*, Campinas, SP, v. 3, n. 2, p. 1–79, jul./dez. 2022. Disponível em: <https://fateccampinas.com.br/rbpq/index.php/rbpq/article/download/35/24/184>. Acesso em 15 abr. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Moringa pode ser ótima alternativa de forragem alimentar para ruminantes na seca. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 2 ago. 2024. Disponível em: <https://agricultura.sp.gov.br/2024/08/02/moringa-pode-ser-otima-alternativa-de-forragem-alimentar-para-ruminantes-na-seca/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SILVA, Ana Paula Pereira da; ALVES, Daniela Maria; NÚNCIO, Fausto; WILLIAN, Guilherme; NUNES, Raissa Coimbra; TORQUIM, Valdinéia; FERREIRA, Deusmaque Carneiro. Avaliação da biodegradabilidade de detergentes comerciais. [S. I.: s. n.], 2011. Disponível em: <https://uniube.br/eventos/entec/2011/arquivos/quimica2.pdf>. Acesso em: 27 set. 2025.

SILVA, Patrícia de Souza. EcoGenie: Produtos de limpeza ecológicos. 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28694/1/ecogenieprodutoslimpeza.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2025.

SKINKRAFT. Lauryl Glucoside: Benefits for Skin. Skinkraft. Disponível em: https://skinkraft-com.translate.goog/blogs/articles/lauryl-glucoside-benefits-for-skin?_

x_tr_sl=en&x_tr_tl=pt&x_tr_hl=pt&x_tr_pto=sge#:~:text=Encontrado%20em%20 muitos%20produtos%20para,lauril%20glicos%C3%ADdeo%20tamb%C3%A9m%20 %C3%A9%20biodegrad%C3%A1vel. Acesso em: 22 abr. 2025.

SOUZA, Jorkaeff Klinsmann Barbosa. *Produção em escala de bancada e piloto de um detergente neutro doméstico biodegradável a partir de óleo de fritura*. 2024. Trabalho de conclusão de curso (TCC) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/34080/1/TCC%20Jorkaeff%20Final.pdf>. Acesso em: 13 maio. 2025.

ZAGO NETO, Odono Gino; PINO, José Claudio Del. *Sabão & detergente*. [S.I.]: Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, [s.d.]. Disponível em: <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2025.