

Submitted: Fev 23th, 2026

Approved: Mar 18th, 2026

Estudo comparativo da eficiência de limpeza entre sabão líquido de lavar roupas com enzimas e sem enzimas

Study comparison of cleaning efficiency between liquid laundry soap with and without enzymes

Estudio comparativo de la eficacia de limpieza entre detergentes líquidos para ropa con y sin enzimas

Beatriz Aparecida Fracaro Pires

Bacharel em Engenharia Química pelo Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: beatryzblaca39@gmail.com

Alessandra Novais Bassetto Berton

Doutora em Química pela Universidade Federal do Paraná

Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: alessandra.berton@unifatecpr.com.br

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo comparar a eficiência da limpeza de sabões líquidos de lavar roupas com e sem enzimas, demonstrando a importância do papel biotecnológico das enzimas no desempenho do produto. O trabalho traz ao leitor a parte teórica e experimental, com testes realizados em laboratório, que envolveram experimentos como: remoção de manchas, formação de espumas e análise da ação de amilases e lipases. Contudo, durante os testes, observou-se que o sabão com enzimas apresentou melhor desempenho na remoção de gorduras e amidos, além da estabilidade de espumas causada pela atuação das enzimas catalizadoras. No caso, do sabão sem enzimas houve maior eficácia na remoção de manchas pigmentadas, como café, devido à presença de tensoativos específicos. Dessa forma, os resultados evidenciam a relevância das enzimas na formulação de sabões, unindo a limpeza eficaz com sustentabilidade no processo de higienização têxtil.

Palavras-chave: limpeza, enzimas, eficaz.

ABSTRACT

This article aims to compare the cleaning efficiency of liquid laundry soaps with and without enzymes, demonstrating the importance of the biotechnological role of enzymes in product performance. The study presents both theoretical and experimental aspects, with laboratory tests involving stain removal experiments, foam formation, and analysis of the action of amylases and lipases. During the experiments, it was observed that the

detergent containing enzymes showed better performance in removing fats and starches, as well as greater foam stability, resulting from the catalytic activity of the enzymes. In contrast, the detergent without enzymes showed higher efficiency in removing pigmented stains, such as coffee, due to the presence of specific surfactants. Therefore, the results highlight the relevance of enzymes in soaps formulations, combining effective cleaning with sustainability in the textile hygiene process.

Keywords: landry, enzymes, effective.

RESUMEN

Este artículo busca comparar la eficacia de las fragancias líquidas de limpieza en el lavado de ropa sin enzimas, demostrando la importancia de su papel biotecnológico. Las enzimas no actúan sobre el producto. El trabajo guía al lector desde la teoría hasta la experimentación, con pruebas realizadas en el laboratorio que incluyen experimentos de eliminación de manchas, formación de espuma y análisis de la acción de amilasas y lipasas. Sin embargo, durante las pruebas, se observó que las enzimas mostraron un mejor rendimiento en la eliminación de grasa y amidas, además de la estabilidad de las espumas causadas por la acción de enzimas catalíticas. En ningún caso, el jabón sin enzimas mostró mayor eficacia en la eliminación de manchas pigmentadas, como las de café, debido a la presencia de tensioactivos específicos. Por lo tanto, los resultados resaltan la relevancia de las enzimas en la formulación de fragancias, combinando una limpieza eficaz con la sostenibilidad en la higiene textil.

Palabras clave: limpieza, enzimas, eficacia.

1 INTRODUÇÃO

O sabão de lavar roupas carrega consigo uma história de desenvolvimento científico pautada pela busca da eficácia no processo de higienização têxtil. Assim, esse produto, que antigamente era visto como um artigo de luxo, hoje é um item fundamental de limpeza, o qual se encontra em constante adaptação pela indústria e às demandas sociais, econômicas e ecológicas da modernidade (Portal São Francisco, 2023).

Dessa forma, sua criação existiu através do químico francês Nicolau Leblanc (1742- 1806), que foi capaz de produzir a saponificação a partir de soda cáustica e gordura. Por meio deste processo, o químico facilitou a produção do sabão, substituindo o método antigo de filtragem das cinzas de plantas ou algas marinhas, o qual era considerado de valor inacessível na época para muitos (Portal São Francisco, 2023).

Na contemporaneidade, o sabão tornou-se um utensílio básico de limpeza fazendo com que as empresas busquem pelo aperfeiçoamento do produto, através de certificações, P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), maquinários tecnológicos e formulações

sustentáveis, a fim de suprir as necessidades dos clientes baseando-se nos pilares de sustentabilidade, qualidade e confiabilidade (Tsang, 2024).

Portanto, as enzimas, devido às suas características positivas, estão presentes no ramo dos sabões, pois elas são capazes de catalisar reações, com intensidade de 100 milhões a 10 bilhões de vezes mais rápida que a de reações semelhantes ocorrendo sem enzimas (Tortora *et al*, 2000). Nesse contexto, como destacado por Ponciano e Oliveira, as enzimas produzem menos resíduos, propiciando produtos de melhor qualidade e diminuindo a poluição; além de serem 100% biodegradáveis, satisfazendo as exigências das normas ISO 14000 (Ponciano, *et al*, s.d.).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O PROCESSO DE LIMPEZA DO SABÃO DE LAVAR ROUPAS LÍQUIDO

O sabão de lavar roupas líquido é considerado um detergente, pelo fato de ser um agente tensoativo, denominado surfactante, que tem o intuito de remover a sujeira ou gordura do tecido submerso em água. Assim, sua atuação ocorre devido à parte apolar (hidrofóbica) de suas moléculas liga-se à gordura, enquanto a parte polar liga-se à água (hidrofílica), agrupando-se na forma de pequenos glóbulos, denominados de micelas. Nessa estrutura, as partes hidrofílicas ficam voltadas para a parte de fora da micela, em contato com as moléculas de água, enquanto a gordura permanece na parte interna, em contato com a parte apolar ou hidrofóbica (Liga Química A, 2019).

Deste modo, o sabão possui outra função benéfica, que é a capacidade de reduzir a tensão superficial da água, auxiliando na interação com a superfície de diversos materiais, a fim remover as impurezas. Na figura 1, apresentada abaixo, é mostrado como ocorre a limpeza em nível microscópico, com a formação das micelas.

Figura 1. Limpeza por meio das micelas.



Fonte: Liga Química A, 2019.

O sabão líquido para lavar roupas, possui tensoativos atuantes como os aniônicos, não aniônicos, anfóteros e, com menor frequência, os catiônicos. Sendo assim, cada um é responsável por uma função durante a limpeza, contribuindo para o aumento da eficiência do produto (Soares, 2017).

2.1.1 Tensoativos aniônicos

Esse tensoativo é conhecido por ser o principal agente de limpeza dos sabões líquidos. Quando está presente em meio aquoso, a molécula adquire uma carga verdadeira e apresenta uma carga negativa na região polar, sendo cercada por átomos de oxigênio, que possuem grande eletronegatividade. Contudo, os aniônicos possuem a afinidade pela atração de elétrons dos carbonos e hidrogênios vizinhos, causando o aumento da polaridade negativa da região. Dessa forma, tornam-se mais solúveis em água (Soares, 2017).

Portanto, eles são os principais atuantes na formação das micelas, auxiliando no processo de remoção de sujeiras permitindo que, durante o enxágue em água, a sujeira seja visivelmente eliminada. (Soares, 2017). Nesse contexto, um exemplo de tensoativo aniônico presente nos sabões líquidos de lavar roupas é o Alquilbenzeno sulfonato linear de sódio (LAS), cuja principal função é remover óleos, gorduras e sujeiras pesadas (Fairbanks, 2010).

2.1.2 Tensoativos não iônicos

Estes tensoativos não iônicos não possuem cargas verdadeiras, sua existência é dada pela concentração de cargas, devido às ligações polares das moléculas. Os não iônicos são compatíveis com as demais classes de tensoativos e possuem a função de melhorar a estabilidade da formulação, reduzir espuma excessiva, proporcionar a suavização da ação irritante dos aniônicos e diminuir a tensão superficial da água, permitindo que ela molhe e penetre nas camadas do tecido (Soares, 2017).

Nesse contexto, um ingrediente presente na fórmula dos sabões é o álcool etoxilatos (AE), que busca remover as sujeiras, proporcionado um equilíbrio hidrofílico e lipofílico (Smulders *et al*, 2002).

2.1.3 Tensoativos anfóteros

Os tensoativos anfóteros podem se comportar como aniônicos em pH ácido ou catiônicos para pH alcalino, dessa forma, seu comportamento depende do pH do meio. Para isso, apresentam tanto carga negativa quanto a positiva na mesma molécula. Comportam-se como tensoativos aniônicos em meio alcalino, pois a alta concentração de hidroxilas neutraliza a carga positiva, semelhantemente, os tensoativos anfóteros se comportam como tensoativos catiônicos em meio ácido. Os tensoativos anfóteros são compatíveis com os tensoativos aniônicos e catiônicos, pois não os neutralizam, já que apresentam carga total nula (Soares, 2017).

Esses tensoativos proporcionam ao produto fórmulas mais suaves, garantindo menor risco dermatológico, ajudam a equilibrar o comportamento da fórmula e, além disso, estão presentes nas micelas, auxiliando na remoção de sujeiras. Sob essa ótica, um componente atuante nos sabões é o cocamidopropil betaína, derivado do óleo de coco; sua função é estabilizar a reação, tornando o produto mais seguro no contato com peles sensíveis (Chemicalbook, 2025).

2.2 O PAPEL DAS ENZIMAS NO DESEMPENHO DE LIMPEZA DO SABÃO LÍQUIDO DE LAVAR ROUPAS

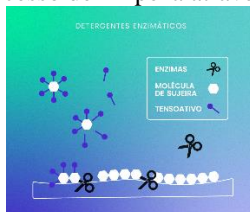
A indústria, em busca de trazer eficiência ao processo de limpeza têxtil, faz uso de enzimas, que são basicamente proteínas extraídas de organismos vivos, como bactérias e fungos. Elas são conhecidas como catalisadoras biológicas, formadas por cadeias de aminoácidos, cujo objetivo é acelerar a velocidade de reações químicas. Dessa forma, as enzimas atuam em prol da higienização, por meio da quebra de cadeias compostas de proteínas, carboidratos, gorduras e amidos, os quais são vilãs na remoção de manchas (Souza, 2017). Assim, na prática, segundo Souza:

Para melhor entender o seu papel nos detergentes, imagine uma mancha de chocolate em uma camiseta, a mancha é composta por proteína do leite, carboidratos e gorduras; então a lava roupa enzimático – contendo diversos tipos de enzimas – é capaz de romper toda a complexidade dos componentes da mancha e tornar o processo de limpeza bem mais fácil para os surfactantes presentes no detergente.

Conforme a Figura 2 a seguir, os detergentes enzimáticos demonstram o processo

de limpeza, como se as moléculas de sujeira fossem cortadas pela ação das enzimas, facilitando a remoção e aumentando a eficácia da limpeza.

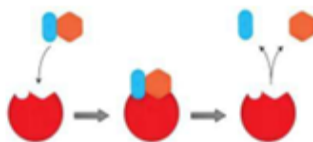
Figura 2. Processo de limpeza através de enzimas.



Fonte: Inokem, 2025.

Contudo, de forma teórica, as enzimas possuem uma região denominada de sítio ativo, que tem a função de formar um encaixe para o substrato específico; esse processo é chamado mecanismo chave-fechadura. Nesse contexto, a reação será finalizada, fazendo com que o sítio ativo se desprenda do substrato e mantenha sua forma conformação para desempenhar sua função (Souza, 2020), conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3. Representação esquemática de enzimas e sítio ativo no mecanismo.



Fonte: Santos s.d.

2.2.1 Principais enzimas utilizadas no sabão líquido de lavar roupas

2.2.1.1 Amilases

As amilases são enzimas responsáveis pela remoção de manchas do amido. Dessa forma, podemos citar alguns exemplos de manchas causadas por amido presentes no cotidiano, como: massas, alimentos infantis, batata e farinha de trigo (Infinita Biotech, 2024).

Neste contexto, as amilases atuam na remoção dessas sujidades em específico, que formam um filme invisível de amido, do qual elas são capazes de eliminar. (Brasil, 2003 p. 23)

2.2.1.2 Proteases

As proteases são enzimas que têm o papel de auxiliar na limpeza têxtil, através da quebra molecular de proteínas, gerando fragmentos menores capazes de se dissolver em meio aquoso. Nesse contexto, existem várias manchas-alvo para as proteases, como sangue, ovo, leite e grama (Xie, 2024). Assim como as amilases, essas enzimas atuam em prol da degradação do filme invisível causado pela formação da mancha no tecido (Brasil,2003 p. 23).

2.2.1.3 Lipases

As lipases são enzimas catalisadoras que promovem a quebra de gorduras em partes menores. Por essa razão, são capazes de eliminar manchas de gorduras, óleos de cozinha e cremes dermatológicos. Sob essa ótica, essas enzimas exercem papel fundamental na remoção das sujidades do tecido, por meio da eliminação do filme semelhante ao processo realizado pelas proteases e amilases (Brasil,2003 p. 23).

2.2.1.4 Celulases

As celulases são capazes de degradar as microfibras de celulose do tecido, facilitando o trabalho das micelas ao contribuir para o desprendimento de sujeiras e impurezas, se tornando um grande aliado na limpeza de manchas. Além disso, proporcionam a renovação do tecido, restaurando o brilho das roupas e reduzindo o excesso de bolinhas (pilling). Essas enzimas também se aplicam na remoção de diferentes tipos de resíduos, como poeira, sujeiras sólidas e partículas de terra (Trigel, 2024).

3 METODOLOGIA

3.1 PARTE EXPERIMENTAL

3.1.1 Teste de remoção de manchas em tecidos

Objetivo: avaliar a eficácia dos sabões líquidos de lavar roupas na remoção de

impurezas específicas.

Materiais utilizados: amostras de tecido, sabão de lavar roupas líquido com enzimas, sabão de lavar roupas líquido sem enzimas, água corrente, margarina, amido de milho, café, suco de uva e proteína produzida em laboratório (caseína).

Procedimento para verificação da eficácia de limpeza: foram adicionadas a 5 amostras de tecidos os seguintes produtos ocasionando manchas: gordura (margarina), proteína (caseína), amido de milho, café e suco uva. As amostras, permaneceram cerca de 24 horas em um local no laboratório, para que os tecidos fossem absorvidos pelos produtos citados. Após isso, foi realizada a lavagem dos tecidos, utilizando o sabão de lavar roupas líquido com enzimas e sem enzimas. Sendo assim, logo após a lavagem foi analisado as amostras verificando qual teve melhor potencial de limpeza, pela visibilidade humana.

3.1.2 Teste de espuma

Objetivo: analisar a formação e estabilidade da espuma dos sabões.

Materiais utilizados: sabão líquido com enzimas e sem enzimas, tubos de ensaio e água destilada.

Procedimento: neste teste laboratorial, foram misturadas quantidades padronizadas dos sabões líquidos em tubos de ensaio contendo água destilada, logo após houve a agitação dos componentes por cerca de 30 segundos. Por fim, foi comparado a estabilidade da espuma de ambos os sabões durante este tempo do teste.

3.1.3 Teste de presença da amilase com lugol

Objetivo: verificar como acontece a degradação do amido no sabão com enzimas e sem enzimas, além de analisar a presença da amilase.

Materiais utilizados: sabão líquido com enzimas e sem enzimas, amido de milho, solução de lugol (iodo 2%), água destilada, placas de petri, conta-gotas e bastão de vidro.

Procedimento: Inicialmente foi realizado a dissolução de um grama do amido de milho em 100 mL de água destilada, sendo este homogeneizado. Foram adicionados em duas placas de petri 5mL da solução de amido, e adicionaram-se 3 gotas da solução de Lugol em cada uma. Posteriormente, acrescentou-se 20 mL de sabão líquido com enzimas

em uma placa e 20 mL de sabão líquido sem enzimas na outra, misturando os componentes com um bastão de vidro. As amostras ficaram em repouso por cerca de 10 minutos. Após o tempo de incubação. Observou-se no momento e após 4 dias.

3.1.4 Teste para presença de lipase e de desempenho perante a tensão superficial da água

Objetivo: analisar, em escala laboratorial a tensão superficial de ambos sabões e atuação da lipase no processo de remoção da gordura (óleo de soja).

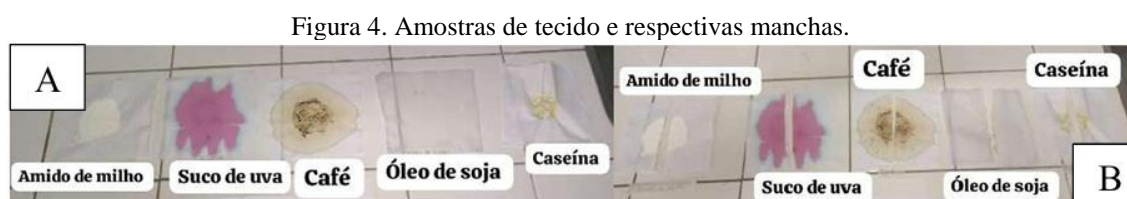
Materiais utilizados: óleo soja, água destilada, sabão líquido com e sem enzimas, 2 tubos de ensaio e béquer.

Procedimento: A princípio, foi adicionado a um béquer 5mL de óleo soja com 5mL de água, após foi inserido em dois tubos de ensaio os sabões líquidos com e sem enzimas, cerca de 5 mL, agitou-se os tubos e deixou-se o produto agir por cerca de 30 minutos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 TESTE DE REMOÇÃO DE MANCHAS EM TECIDOS

Foram adicionados a 5 amostras de tecidos os seguintes produtos, a fim de ocasionar manchas: gordura (óleo de soja), proteína (caseína), amido de milho, café e suco de uva (figuras 4A e 4B).

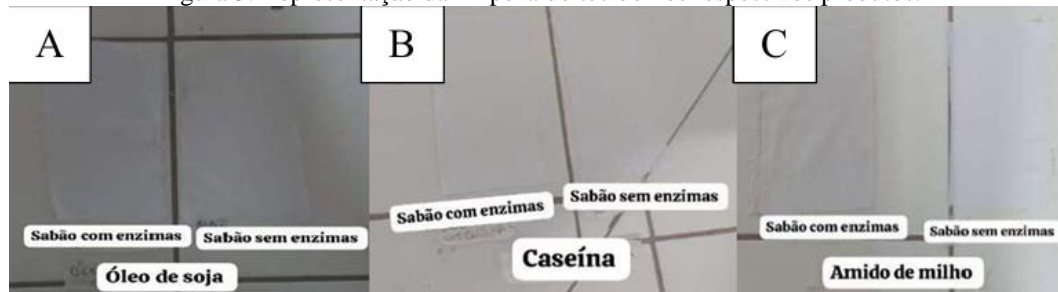


Fonte: O autor, 2025.

Logo em seguida, o tecido foi dividido em partes iguais para o início da higienização, sendo que, em cada parte houve a adição dos sabões líquido com enzimas e sem enzimas. Conforme mostrado nas figuras 5 (A B e C), nas manchas de amido de

milho, óleo de soja e caseína, verificou-se que em ambos os sabões obtiveram sucesso na higienização, removendo completamente as manchas do tecido com facilidade.

Figura 5. Representação da limpeza do tecido nos respectivos produtos.



Fonte: O autor, 2025.

No entanto, foi possível verificar que, na mancha de café, o sabão líquido sem enzimas apresentou melhor desempenho em relação ao sabão com enzimas. Dessa forma, a eficácia do sabão líquido sem enzimas pode ser atribuída à presença do componente benzeno-sulfonato de sódio linear (LAS), que confere ao produto a parte hidrofóbica, ligada à cadeia de carbono e ao anel benzênico, a qual se conecta com os compostos orgânicos não polares do café como taninos e pigmentos. Além disso, o sabão contém hidróxido de sódio (naoh), que cria um meio alcalino, possibilitando a solubilização dos pigmentos e a penetração dos tensoativos no tecido (Avanzi química, [s.d.]).

Contudo, a dificuldade do sabão líquido com enzimas em remover a mancha de café pode ser resultado da composição química resistente do pigmento do café, tornando a lavagem e a remoção da impureza mais difíceis como desmostrado na figura 6. Outro fator pode ser a limitação do sabão pela ausência da enzima peróxidase, a qual atua na catalização de reações que promovem a oxidação, facilitando a remoção de manchas, como taninos e ácidos fenólicos, presentes no café (Silva *et al.*, 2015).

Figura 6. Resultado da limpeza da mancha de café.



Fonte: O autor, 2025.

Nesse contexto, pode-se visualizar, na figura 7, o resultado obtido no processo de limpeza da mancha do suco de uva, cuja remoção ocorreu com dificuldade ao utilizar ambos os sabões. Contudo, o sabão líquido com enzimas ainda atuou melhor em comparação com sem enzimas, embora, em nenhum dos casos, o tecido tenha sido limpo completamente. Sob essa ótica, a dificuldade na higienização da mancha do sabão líquido com enzimas pode ser resultado da ausência ou inativação da enzima amilase, a qual auxilia na limpeza de compostos, que possuem açúcares, como foi o caso dessa impureza aplicada no tecido (Araújo Lana, 2021). No entanto, no caso do sabão líquido sem enzimas, a falta de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) ou sais de percarbonato de sódio, resultou na perda da eficiência sobre pigmentos, pois o oxigênio ativo tem a função de oxidar colorantes, presentes no suco de uva (Ribeiro, 2011).

Figura 7. Efeito dos sabões na limpeza do tecido com suco de uva.



Fonte: O autor, 2025.

4.3 TESTE DE ESPUMA

Nas figuras 8A e 8B, observou-se em ambos os sabões em provetas, que após serem colocados nos tubos de ensaios respectivos e agitados, foi possível verificar que o sabão líquido com enzimas apresentou desenvolvimento e estabilidade da espuma em relação ao sem enzimas. As espumas apresentam um papel fundamental no processo de lavagem do tecido, facilitando a remoção de impurezas (Júnior Edvan, 2018).

Figura 8. Demonstração do teste de espuma.



Fonte: O autor, 2025.

4.4 TESTE DE PRESENÇA DA AMILASE COM LUGOL

No dia do experimento, foi possível observar que não houve alteração na coloração, se mantendo roxa a preta, indicativas da presença de amido não degradado figura 9A. Porém, após quatro dias, a reação do sabão com enzimas, apresentou coloração azul, demonstrativa da eliminação do amido pela amilase (figura 9B).

Figura 9. Demonstração das reações.



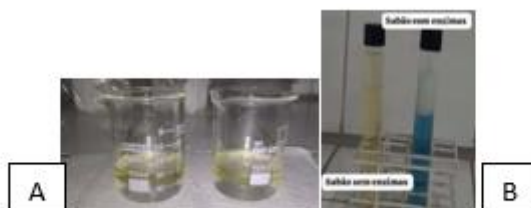
Fonte: O autor, 2025.

4.5 TESTE PARA PRESENÇA DE LIPASE E DESEMPENHO PERANTE A TENSÃO SUPERFICIAL DA ÁGUA

Entende-se que, neste experimento, o tubo com sabão líquido contendo enzimas apresentou atividade hidrolítica e presença de lipase, evidenciada pela quebra da gordura proveniente do óleo de soja, além da formação de espuma após uma semana de incubação (Bassan, 2017). Por outro lado, no tubo com sabão líquido sem enzimas, não houve alteração visível na degradação da gordura, resultado provavelmente relacionado à ausência de lipase na fórmula do sabão ou à falta de atuação dos tensoativos nesse meio.

Durante este experimento, foi possível observar que, ao adicionar apenas água destilada e óleo de soja, ocorre tensão superficial, devido ao fato de a água não se misturar com o óleo, em razão da água ser uma substância polar e o óleo, apolar. Esse efeito é evidenciado na Figura 10A (Ecycle, 2023). Na Figura 10B, são apresentadas as soluções heterogêneas de água e óleo e as amostras nos tubos de ensaio com os sabões.

Figura 10. Demonstração da presença de lipase no sabão com enzimas.



Fonte: O autor, 2025.

Ao adicionar os sabões líquidos com e sem enzimas ao béquer, ambos os frascos foram agitados, simulando a ação mecânica típica de uma máquina de lavar, a qual facilita o processo de higienização têxtil (Marques, 2006). Contudo, foi nítido que o tubo de ensaio contendo sabão líquido com enzimas apresentou maior capacidade de reduzir a tensão superficial da água e de quebrar as moléculas de gordura, devido à presença de lipase em sua formulação. Esse sabão também produziu espuma, indicando sua eficácia. Entretanto, no sabão sem enzimas, apesar de desenvolver espumas, mostrou-se menos eficiente na quebra da gordura e na redução da tensão superficial.

Na Tabela 1, a seguir pode-se melhor visualizar as principais diferenças detectadas entre ambos os sabões em relação aos diferentes experimentos detalhados nos resultados.

Tabela 1. Comparativo dos resultados obtidos da eficiência dos sabões sem e com enzimas de lavar roupas.

Recurso / Função	Sabão BÁSICO (Sem Enzimas)	Sabão (Com Enzimas)
Degradação de Gordura (Lipase)	×	✓
Degradação de Amido (Amilase)	×	✓
Estabilidade da Espuma	×	✓

Recurso / Função	Sabão BÁSICO (Sem Enzimas)	Sabão (Com Enzimas)
Redução da Tensão Superficial	×	☑
Remoção Completa: Gordura, Proteína, Amido	☑	☑
Remoção de Mancha de Café (Pigmento)	☑	×
Remoção de Mancha de Suco de Uva (Pigmento e corantes)	×	☑

Fonte: O autor, 2025

5 CONCLUSÃO

Com base na tabela comparativa acima, podemos verificar que as enzimas proporcionam ao produto uma limpeza ágil na maioria dos testes, principalmente nos seguintes aspectos: estabilidade de espuma, degradação do amido e redução da tensão superficial em óleo e água. Nesse contexto, o sabão com enzimas apresentou capacidade superior de higienização em relação ao sem enzimas, sendo aliado aos pilares da sustentabilidade.

Este artigo possibilitou ao leitor um conteúdo enriquecedor sobre a comparação da eficácia entre o sabão líquido de lavar roupas com e sem enzimas, destacando sua relevância para higiene têxtil no cotidiano. Dessa forma, ele pode servir como base para estudos futuros em outros tecidos, além do algodão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio incondicional e incentivo durante todo o período de graduação. À minha orientadora, Dra. Alessandra Novais Bassetto Berton, pela excelência em sua orientação e por partilhar seus conhecimentos, fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AVANZI QUÍMICA. **Soda cáustica no processo de saponificação: como produzir sabões com eficiência e segurança**. 02 maio 2025. Disponível em: <https://avanziquimica.com.br/blog/blog-p/cuidados-produtos-quimicos/soda-caustica-no-processo-de-saponificacao-como-produzir-saboes-com-eficiencia-e-seguranca>. Acesso em: 9 out. 2025.

BASSAN, Natália. **Modificação enzimática de óleos vegetais visando à obtenção de triglicerídeos dietéticos através do emprego de reatores de tanque agitado e leito fixo**. 2017. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) — Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/f6d8dfad-88e6-468d-ad23-51315f4a4846/content>. Acesso em: 11 out. 2025.

BRASIL, Getúlio Amaral Rosa. **Enzimas em produtos de limpeza**. 2003. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro Universitário de Brasília (UniCEUB), Brasília, 2003. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/123456789/2363>. Acesso em: 30 jun. 2025.

BUCHNER, E. **Alcoholic fermentation without yeast cells. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft**, v. 30, p. 117–124, 1897.

CHEMICALBOOK. **Cocamidopropyl betaine** | 86438-79-1. [s.d.]. Disponível em: https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB9695665.htm. Acesso em: 11 jun. 2025.

ECYCLE. **Por que óleo e água não se misturam?** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/por-que-oleo-e-agua-nao-se-misturam/>. Acesso em: 13 out. 2025.

FAIRBANKS, Marcelo M. **Atualidades sobre tensoativos**. Química.com.br, [s.d.]. Disponível em: <https://www.quimica.com.br/atualidades-tensoativos/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

LIGA QUÍMICA A. **Química dos sabões e detergentes**. 2019. Disponível em: <https://ligaquimicaa.blogspot.com/2019/07/quimica-dos-saboes-e-detergentes.html>. Acesso em: 10 jun. 2025.

LOBÔ DE ARAÚJO, Lanna. **Otimização da produção de amilases recombinantes para hidrólise de amido de mandioca visando produção de etanol**. 2021. Tese (Doutorado em Biotecnologia) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8344/9/Tese_LannaLobo_BIOTEC.pdf. Acesso em: 9 out. 2025

MARQUES, Maria Aparecida Resende. **Análise e percepção do processo de higienização de roupas profissionais em indústrias alimentícias**. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Economia Doméstica) — Universidade Federal de Viçosa,

2006. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/58345e89-9b38-4631-83b4-8574765c704a/content>. Acesso em: 13 out. 2025.

OLIVEIRA JÚNIOR, Edvan Santos de. **Produção e testes de propriedades físico-químicas para determinação e controle de qualidade de um novo detergente a ser implantado no mercado.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13260/1/ES0J07112018.pdf>. Acesso em: 9 out. 2025.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **História do sabão.** [s.d.]. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/historia-geral/historia-do-sabao>. Acesso em: 10 jun. 2025.

RIBEIRO, Madalena Martins. **Estudo de alvejantes à base de peróxido de hidrogênio.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: https://www.quimicatecnologica.bh.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/198/2022/06/TCC_Madalena_Ribeiro_2011.pdf. Acesso em: 9 out. 2025.

SAGRILLO, Fernanda S.; DIAS, Flaviana Rodrigues F.; TOLENTINO, Nathalia Motta de C. **Processos produtivos em biotecnologia.** Rio de Janeiro: Érica, 2015. E-book. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536530673/>. Acesso em: 11 abr. 2025.

SILVA, Vanessa; SANTANA, E.; MELO, M.; *et al.* Immobilized soybean hull peroxidase for the oxidation of phenolic compounds in coffee processing wastewater. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 3, n. 3, p. 1552–1559, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26321426/>. Acesso em: 2 out. 2025.

SILVA, W. F. **Química dos sabões e detergentes.** 2019. Disponível em: <https://ligaquimicaa.blogspot.com/2019/07/quimica-dos-saboes-e-detergentes.html>. Acesso em: 23 abr. 2025.

SMULDERS, Eduard *et al.* **Laundry detergents.** In: ULLMANN'S ENCYCLOPEDIA OF INDUSTRIAL CHEMISTRY. Weinheim: Wiley-VCH, 2002. p. 1–270. Disponível em: <https://1library.net/document/q72ollrz-laundry-detergents.html>. Acesso em: 11 jun. 2025.

SOARES, Anderson Shimenes Lacerda. **Estudo dos parâmetros e controle de qualidade no processo produtivo de detergente líquido domissanitário.** 2017. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13533/1/ASLS09022018.pdf>. Acesso em: 2 maio 2025.

SOUZA, Raissa de. Química apresenta a biotecnologia para obter o máximo da lava roupas líquido. **Revista Química e Derivados**, 4 set. 2017. Disponível em:

<https://www.quimica.com.br/quimisa-apresenta-biotecnologia-para-obter-o-maximo-do-lava-roupas-liquido/>. Acesso em: 12 jun. 2025.