

**Ensino Médio com Habilitação Profissional de
TÉCNICO EM QUÍMICA
Programa de Articulação da Formação Profissional
Média e Superior (AMS)**

Amanda da Silva Barbosa

Daniel Chagas de Assiz

Danielle Lima Abreu

Thayná Alves de Almeida

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS PROPRIEDADES DE
SAPONIFICAÇÃO DO EXTRATO DA CASCA DO JUAZEIRO E
COMPARAÇÃO COM XAMPUS INDUSTRIAIS**

Piracicaba – SP

2025

Amanda da Silva Barbosa

Daniel Chagas de Assiz

Danielle Lima Abreu

Thayná Alves de Almeida

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS PROPRIEDADES DE
SAPONIFICAÇÃO DO EXTRATO DA CASCA DO JUAZEIRO E
COMPARAÇÃO COM XAMPUS INDUSTRIAIS**

*Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em
Química da escola ETEC Cel. Fernando
Febeliano da Costa, pelos professores
Eduardo Antedomenico e Wagner
Fernando Ferreira, como requisito parcial
para a obtenção do título de Técnico em
Química.*

Piracicaba – SP

2025

Amanda da Silva Barbosa

Daniel Chagas de Assiz

Danielle Lima Abreu



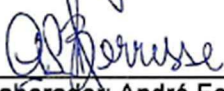
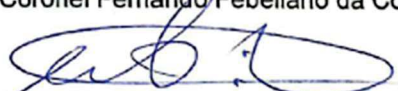

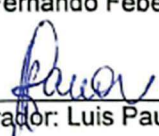
Thayná Alves de Almeida

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS PROPRIEDADES DE
SAPONIFICAÇÃO DO EXTRATO DA CASCA DO JUAZEIRO E
COMPARAÇÃO COM XAMPUS INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Ensino Médio com habilitação Profissional de Técnico em Química AMS da Etec Coronel Fernando Febeliano da Costa, orientado pelos Professores Wagner Fernando Ferreira e Eduardo Antedomenico como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Química.

Data de aprovação: 19/11/25

FOLHA DE APROVAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

 Prof. Wagner Fernando Ferreira Etec Coronel Fernando Febeliano da Costa	 Prof. Eduardo Antedomenico Etec Coronel Fernando Febeliano da Costa
 Colaborador: André Ferrisse Empresa: Fermentec	 Profª: Maria Rosa Briense de Oliveira Etec Coronel Fernando Febeliano da Costa
 Colaboradora: Débora Fernandes Silva Empresa: Mérieux NutriSciences	 Colaborador: Luis Paulo Fava Empresa: Mérieux NutriSciences

Piracicaba – SP

2025

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos professores, por nesses três anos terem compartilhado conhecimentos, não apenas da área da química, mas também de suas vivências conosco. Especialmente ao André Luís Cera e a Joyce Ribeiro Raserá por terem cedido seu tempo e nos ajudado nas práticas finais.

RESUMO

O juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) é uma planta amplamente conhecida no Brasil, especialmente na região Nordeste, devido às suas propriedades medicinais e à presença de saponinas em sua casca, substâncias com elevado poder detergente e espumante. Nos últimos anos, o interesse pelo uso de matérias-primas naturais e sustentáveis na formulação de cosméticos tem crescido, incentivando o desenvolvimento de produtos alternativos aos industrializados. Nesse sentido, o presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) teve como objetivo avaliar as características físico-químicas de um xampu natural produzido a partir da casca do juazeiro e compará-las com as de xampus comerciais. Para isso, foram realizados testes de análise de pH, condutividade elétrica, formação de espuma, viscosidade e compatibilidade cutânea. Os resultados demonstram que o xampu natural apresentou desempenho satisfatório e semelhante aos produtos convencionais em diversos parâmetros, destacando-se como uma opção viável, de baixo impacto ambiental e economicamente acessível.

Palavra-chave: Juazeiro; Saponinas; Xampu Natural; Análise Físico-química.

ABSTRACT

The Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) is a plant widely known in Brazil, especially in the Northeastern region, due to its medicinal properties and the presence of saponins in its bark — substances with strong detergent and foaming power. In recent years, interest in using natural and sustainable raw materials in cosmetic formulations has increased, encouraging the development of alternatives to industrialized products. In this context, the present Undergraduate Thesis (TCC) aimed to evaluate the physicochemical characteristics of a natural shampoo produced from Juazeiro bark and compare them with those of commercial shampoos. To achieve this, tests were conducted to analyse pH, electrical conductivity, foam formation, viscosity, and skin compatibility. The results demonstrated that the natural shampoo showed satisfactory performance, comparable to conventional products in several parameters, standing out as a viable, environmentally friendly, and economically accessible option.

Keyword: Juazeiro; Saponins; Natural Shampoo; Physicochemical Analysis

Lista de Ilustração

Figura 1 – Representação esquemática de uma molécula de tensoativo com suas partes apolar e polar.....	9
Figura 2 – Representação da reação de saponificação de um.....	10
Figura 3 – Diagrama esquemático do mecanismo de “enrolamento” na remoção de resíduo aderente mediada por surfactante, baseado em dados de Muherei et al., Lochhead e Childs et al.....	11
Figura 4 – Diagrama esquemático do mecanismo de emulsificação espontânea na remoção de resíduo aderente com auxílio de surfactantes, baseado em informações de Muherei et al., Lochhead, Miller et al. e Childs et al.	12
Figura 5 – Diagrama esquemático do mecanismo de penetração na remoção de sujeira auxiliada por surfactantes, baseado em dados de Evans et al., Cox, Lochhead e Cornwell.	13
Figura 6 – Diagrama esquemático do mecanismo micelar (solubilização) na remoção de resíduo aderente com auxílio de surfactantes, baseado em dados de Cornwell, Lochhead, Carroll e Carbonell et al.	14
Figura 7 – Representação de uma molécula de Saponina.....	16
Figura 8 - Confecção do "chá" com a casca de Juazeiro	19
Figura 9 - Preparação da amostra em agitador magnético.....	20
Figura 10 - Medição do pH das amostras com pHmetro de bancada.....	21
Figura 11 – Medidor de condutividade elétrica.....	22
Figura 12 – Centrífuga utilizada nos testes laboratoriais.....	23
Figura 13 – Equipamento de viscosímetro.....	24
Figura 14 – Cálculo da densidade.....	24
Figura –15 Amostras de xampu em tubos de ensaio após a centrifugação.....	29
Figura –16 Comparação entre os resíduos dos xampus.....	29
Figura 17 – Cálculo da Densidade do xampu de juá.....	30
Figura 18 – Cálculo da Densidade do xampu Detox.....	30
Figura 19 – Cálculo da Densidade do xampu hidratante.....	30
Tabela 1 – Tabela de comparação da formação de espuma.....	26
Tabela 2 – Tabela de comparação de pH.....	27
Tabela 3 – Tabela de comparação da condutividade elétrica.....	28
Tabela 4 – Dados da viscosidade cinemática.....	31

Lista de abreviaturas e siglas

Responsabilidade Social Corporativa (RSC)

Concentração Micelar Crítica (CMC)

Organizações Não Governamentais (ONGs)

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	JUSTIFICATIVAS.....	2
	INDÚSTRIA DE PRODUTOS DE HIGIENE:.....	2
2.1	SETOR AMBIENTAL:	3
2.2	SETOR AGRÍCOLA:	3
2.3	CONSUMIDORES CONSCIENTES:.....	3
2.4	SETOR EDUCACIONAL E GOVERNAMENTAL:	3
3	PROBLEMA DE PESQUISA.....	3
3.1	TESTES E ACEITAÇÃO:.....	3
3.2	REGULAMENTAÇÃO:	4
3.3	ESTABILIDADE:	4
3.4	IMPACTO AMBIENTAL:	4
3.5	VIABILIDADE ECONÔMICA:.....	4
3.6	CONSCIENTIZAÇÃO E EDUCAÇÃO DO CONSUMIDOR:.....	5
4	HIPÓTESES.....	5
4.1	TESTES E ACEITAÇÃO:.....	5
4.2	CUSTOS DE PRODUÇÃO:	5
4.3	IMPACTO AMBIENTAL:	5
5	OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
5.1	OBJETIVO GERAL:	6
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	6
6	DESENVOLVIMENTO	8
6.1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
7	METODOLOGIA	18
7.1	TIPO DE PESQUISA:	18
7.2	MATERIAIS E REAGENTES:	18

7.3	INSTRUMENTAÇÃO:	18
7.4	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	18
7.4.1	AVALIAÇÃO DE XAMPUS COMERCIAIS:	18
7.4.2	CONFECÇÃO DO XAMPU DE JUÁ:	19
7.4.3	TESTE DE ESPUMA:	19
7.4.4	TESTE DE PH:	20
7.4.5	TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA:	21
7.4.6	TESTE DE CENTRIFUGAÇÃO:	22
7.4.7	TESTE DE VISCOSIDADE:	23
7.4.8	DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE:	24
7.4.9	COMPATIBILIDADE CUTÂNEA:	25
7.4.10	TESTES DE USO CONTROLADO → VERIFICAR SATISFAÇÃO, MACIEZ, BRILHO, REDUÇÃO DA OLEOSIDADE ETC:	25
8	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
8.1	TESTE DE ESPUMA:	26
8.2	TESTE DE PH:	27
8.3	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA:	27
8.4	TESTE DE CENTRIFUGAÇÃO:	28
8.5	DETERMINAÇÃO DE VISCOSIDADE:	29
8.6	COMPATIBILIDADE CUTÂNEA E TESTES DE USO CONTROLADO → VERIFICAR HIDRATAÇÃO, MACIEZ, BRILHO, REDUÇÃO DA OLEOSIDADE ETC. 31	
9	CONCLUSÃO:	32
10	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as crescentes preocupações com as mudanças climáticas têm provocado transformações sustentáveis nos padrões de consumo e de produção ao redor do mundo.

Segundo os princípios da química verde propostos por Anastas e Warner (1998), é preferível prevenir a geração de resíduos do que tratá-los após sua criação, além de priorizar o uso de matérias-primas renováveis sempre que tecnicamente viável. Uma nova pesquisa da Sherlock Communications revelou que ações de Responsabilidade Social Corporativa (RSC) são extremamente influentes na tomada de decisões dos consumidores brasileiros e latino-americanos. O estudo realizado com 3.258 pessoas de seis países diferentes da América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México e Peru), sendo 835 do Brasil, teve como objetivo compreender como as práticas de RSC impactam as opiniões dos consumidores na região e suas decisões de gastos.

A pesquisa revela que 90% dos brasileiros concordam que práticas de responsabilidade social e ambiental influenciam diretamente a opinião sobre empresas que operam no país, com 77% dos entrevistados afirmando que eles apenas compram produtos ou serviços de empresas socialmente responsáveis. De acordo com o relatório, muitas empresas estão perdendo dinheiro devido ao mau comportamento.

Outra revelação do estudo é que, para 45% dos brasileiros, as empresas deveriam concentrar seus esforços de RSC no combate à poluição do ar e da água. Duas outras questões importantes citadas pelos entrevistados são: (45%) melhorar o acesso ao sistema de saúde e (43%) combater o aquecimento global e as suas consequências. 66% dos brasileiros responderam à pesquisa que o fator mais importante para uma imagem positiva da empresa é saber que sua cadeia produtiva não agride o meio ambiente.

Dessa forma, as empresas de cosméticos e higiene pessoal têm se empenhado em melhorar a pegada ambiental de seus produtos, com foco na gestão responsável dos recursos e na preservação da biodiversidade local.

A espécie *Ziziphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae, popularmente conhecida como juazeiro, estabelecendo uma articulação entre suas características biogeográficas, sua função ecológica e seu potencial de bioconcentração, considerando como parâmetro o ciclo biogeoquímico.

O juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae) é uma espécie endêmica da Caatinga, que apresenta uma grande importância econômica e biológica, devido principalmente a suas propriedades medicinais. É uma árvore bastante conhecida no semi-árido nordestino, cujos frutos apresentam propriedades nutricionais e podem, inclusive, ser utilizados para alimentação humana, e possui uma carga histórica considerável, e também é bastante explorado pela medicina popular, sendo usado como expectorante, no tratamento de bronquites úlceras gástricas, fabricação de cosméticos, creme dental (LORENZI, 2009), uma vez que as saponinas encontradas na casca do juazeiro são responsáveis pela espuma e pela sua alta capacidade de limpeza (AGRA, 1996).

As saponinas são surfactantes naturais amplamente distribuídos no reino vegetal, caracterizadas por sua capacidade de formar espuma em solução aquosa devido à sua natureza anfifílica (SALAGER, 2002), caracterizada pela presença de uma porção hidrofílica (glicosídeos) e uma porção lipofílica (sapogenina), permitindo a redução da tensão superficial e a formação de espuma em solução aquosa. O nome deriva do latim sapo, que significa sabão, devido a suas propriedades surfactantes e de formarem espuma quando submetidas a agitação em solução aquosa.

A população das regiões onde é encontrado o juazeiro utilizam o extrato das folhas, casca, entrecasca e raízes para o tratamento de febres, infecções bacterianas, dores, gengivite, problemas respiratórios, hepáticos, cardíacos, entre outras enfermidades.

2 JUSTIFICATIVAS

INDÚSTRIA DE PRODUTOS DE HIGIENE:

Empresas que fabricam produtos de higiene e limpeza, buscando alternativas mais sustentáveis e ecologicamente responsáveis.

2.1 SETOR AMBIENTAL:

Os surfactantes naturais têm despertado crescente interesse devido às preocupações ambientais e sua aplicação em produtos de cuidado pessoal, farmacêuticos e outras áreas com impacto direto no meio ambiente (MYERS, 2020). Organizações e ONGs focadas em preservação ambiental, buscando reduzir a poluição causada por produtos convencionais e promover práticas mais ecológicas. Os xampus industriais contêm tensoativos sintéticos, conservantes e fragrâncias artificiais que, ao chegarem ao meio ambiente, geram poluição da água e do solo, além de afetar ecossistemas aquáticos. Nesse contexto, alternativas naturais como a casca do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) surgem como opção sustentável, visto que possuem compostos bioativos, especialmente saponinas, com propriedades detergentes e antimicrobianas, capazes de substituir parcialmente os químicos industriais.

2.2 SETOR AGRÍCOLA:

Agricultores e produtores que buscam alternativas para evitar a contaminação do solo e da água com produtos químicos, por ser biodegradável, não deixa resíduos tóxicos na água ou no solo após o uso.

2.3 CONSUMIDORES CONSCIENTES:

Pessoas preocupadas com o meio ambiente, que preferem produtos que causam menos impacto no ecossistema.

2.4 SETOR EDUCACIONAL E GOVERNAMENTAL:

Instituições e governos que promovem políticas ambientais e educativas sobre sustentabilidade e redução de resíduos.

3 PROBLEMA DE PESQUISA

3.1 TESTES E ACEITAÇÃO:

Verificar a eficácia e garantir aceitação do público, a padronização da concentração de saponinas ainda é pouco estudada, o que dificulta a uniformidade de resultados em diferentes preparos caseiros ou artesanais.

É necessário verificar a eficácia do xampu natural, garantindo que cumpra sua função de limpeza e cuidados capilares. A padronização da concentração de saponinas ainda é pouco estudada, o que dificulta a uniformidade de resultados entre diferentes preparos caseiros ou artesanais. Além disso, a aceitação do público depende de fatores como espuma, aroma, textura e percepção de limpeza.

3.2 REGULAMENTAÇÃO:

Produtos destinados ao contato com a pele e o couro cabeludo devem seguir normas legais e sanitárias, incluindo registro em órgãos competentes (como ANVISA no Brasil), o que pode ser um entrave para a comercialização de xampus artesanais ou naturais.

3.3 ESTABILIDADE:

Produtos naturais podem ser menos estáveis e se degradar em um período mais curto do que os industriais, já que possuem conservantes que na sua maioria, não são ecologicamente sustentáveis. A degradação rápida pode comprometer a segurança e a eficácia, exigindo métodos de armazenamento adequados e pequenas produções para evitar desperdício.

3.4 IMPACTO AMBIENTAL:

Garantir que o processo de produção seja ambientalmente responsável. A coleta indiscriminada da casca pode comprometer a sobrevivência da árvore, gerando riscos ecológicos locais.

3.5 VIABILIDADE ECONÔMICA:

A produção de xampu natural precisa ser financeiramente viável para que comunidades locais ou pequenos produtores possam adotá-la como alternativa aos produtos industriais. Isso inclui considerar custos de matéria-prima, preparo, conservação e distribuição.

3.6 CONSCIENTIZAÇÃO E EDUCAÇÃO DO CONSUMIDOR:

A adoção de produtos naturais também depende de estratégias de comunicação que informem sobre os benefícios e limitações, estimulando o uso consciente e a valorização de práticas sustentáveis.

4 HIPÓTESES

4.1 TESTES E ACEITAÇÃO:

Realizar testes com consumidores em diferentes condições para comprovar a eficácia do xampu, avaliando capacidade de limpeza do couro cabeludo e fios, ausência de irritação cutânea, e aceitação sensorial (espuma, aroma, textura), especialmente entre consumidores preocupados com sustentabilidade e produtos naturais.

4.2 CUSTOS DE PRODUÇÃO:

Avaliar os custos de produção utilizando a casca do juazeiro, considerando disponibilidade e fornecimento da matéria-prima, processos de extração das saponinas. Testar a estabilidade da formulação em diferentes condições de armazenamento para determinar prazo de validade e viabilidade.

4.3 IMPACTO AMBIENTAL:

Avaliar o impacto ambiental comparando a biodegradabilidade das saponinas do juazeiro com tensoativos sintéticos convencionais utilizados em xampu industriais

5 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.1 OBJETIVO GERAL:

Avaliar o potencial das saponinas extraídas da casca de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) como alternativa sustentável em produtos cosméticos e de higiene pessoal, comparando sua eficácia com produtos industrializados convencionais, a fim de atender às demandas de responsabilidade socioambiental dos consumidores brasileiros que buscam alternativas ecologicamente sustentáveis.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Caracterizar as saponinas extraídas da casca, entrecasca e raízes do juazeiro, avaliando suas propriedades surfactantes, capacidade de formação de espuma e eficiência como agente de limpeza, através de análises físico-químicas como determinação da tensão superficial, índice de espuma, e testes de remoção de sujidades em diferentes condições de pH e temperatura.
- Extrair e purificar as saponinas do juazeiro utilizando métodos sustentáveis como extração aquosa, investigando sua estabilidade térmica e em diferentes faixas de pH, além de avaliar sua biocompatibilidade através de testes de irritabilidade dérmica e ocular para garantir a segurança em aplicações cosméticas e de higiene pessoal.
- Avaliar a eficácia dos produtos desenvolvidos em termos de limpeza através de testes padronizados de remoção de sujidades, oleosidade e impurezas, além de caracterizar propriedades organolépticas (cor, odor, textura, sensação ao toque).
- Analisar a biodegradabilidade dos produtos através de ensaios conforme normas OECD, avaliar toxicidade ambiental em organismos aquáticos e terrestres, quantificar a pegada de carbono considerando todo o ciclo produtivo desde a extração da matéria-prima até o descarte final, e comparar esses indicadores com formulações convencionais disponíveis no mercado para demonstrar benefícios ambientais.
- Comparar a performance dos produtos sustentáveis com produtos tradicionais comerciais em termos de eficiência de limpeza através de testes comparativos padronizados, analisar custo-benefício considerando rendimento por aplicação e durabilidade, e avaliar impacto ambiental para identificar vantagens competitivas.

- Avaliar a percepção dos consumidores brasileiros quanto à responsabilidade socioambiental associada ao uso de ingredientes naturais em produtos cosméticos, através de pesquisas qualitativas e quantitativas, analisando fatores como disposição a pagar premium por produtos sustentáveis, valorização da biodiversidade brasileira, e influência de práticas de conscientização ambiental na decisão de compra de produtos de higiene pessoal.

6 DESENVOLVIMENTO

6.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

XAMPU:

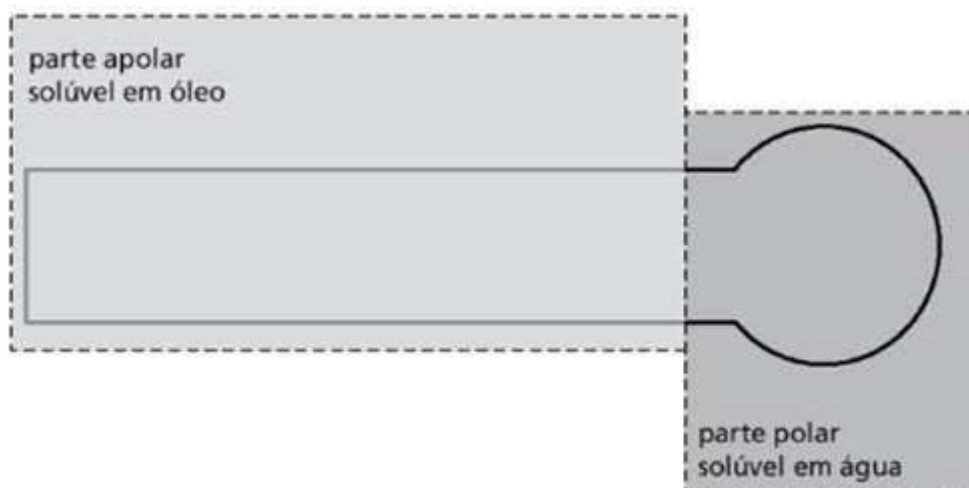
O xampu é um produto essencial nos cuidados capilares, representando o maior segmento do mercado de cosméticos voltado para essa finalidade. Geralmente apresenta-se como um líquido viscoso, embora existam versões sólidas, como as em barra, que não contêm água. Foi desenvolvido para substituir o uso do sabonete na higienização do couro cabeludo e dos fios, promovendo a remoção de sebo em excesso, caspa, poeira e resíduos de outros produtos. A maioria dessas impurezas, especialmente o sebo, é insolúvel em água, o que impede sua remoção eficaz apenas com enxágue. (Science and Technology, Elsevier, 2017, P. 601-615)

O surfactante é a força motriz por trás de um número significativo de processos funcionais que ocorrem em um xampu. Sua principal função é realizar os mecanismos de limpeza, atuando na remoção de sujeira e resíduos dos cabelos. No entanto, ele também contribui para a capacidade de formação de espuma do xampu, a solubilização de agentes e componentes ativos, a moderação da viscosidade e a suspensão de aditivos. (D. Myers, Ciência e Tecnologia de Surfactantes, John Wiley and Sons Inc, Nova York 2006.)

TENSOATIVOS (SURFACTANTE):

Tensoativo é um tipo de molécula que apresenta uma parte com característica apolar ligada a uma outra parte com característica polar. Dessa forma, esse tipo de molécula é polar e apolar ao mesmo tempo. Para representar esse tipo de molécula, usa-se tradicionalmente a figura de uma barra (que representa a parte apolar da molécula - portanto solúvel em hidrocarbonetos, óleos e gorduras) e um círculo (que representa a sua parte polar, solúvel em água) como e representado na figura 1.2(Daldin, 2011)

Figura 1 – Representação esquemática de uma molécula de tensoativo com suas partes apolar e polar.

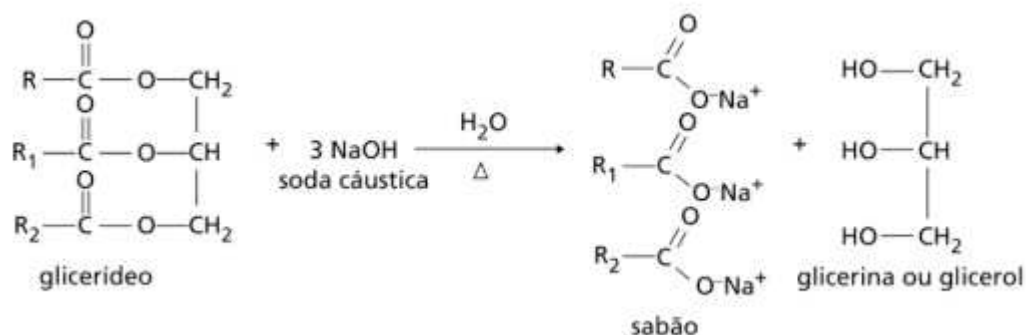


Fonte 1: (Dalton 2011)

A parte apolar de um tensoativo normalmente tem origem em uma cadeia carbônica (linear, ramificada ou com partes cíclicas), pois os carbonos dessa cadeia, apesar de serem mais eletronegativos que os átomos de hidrogênio, não formam polos de concentração de carga eletrostática. A parte polar deve ser formada por alguns átomos que apresentem concentração de carga, com formação de um polo negativo ou positivo. Essa parte polar é responsável pela solubilidade da molécula em água, pois as cargas (negativas ou positivas) apresentam atração eletrostática pelas moléculas de água vizinhas, já que estas apresentam cargas negativa e positiva na mesma molécula. Portanto, para ser solúvel em água, um tensoativo deve apresentar cargas, sejam elas negativas ou positivas.

Existem alguns tipos de moléculas que apresentam essas características e são muito conhecidas no nosso dia a dia. O sabão é produzido há milhares de anos e ainda hoje é um dos mais importantes tensoativos no mundo.

Figura 2 – Representação da reação de saponificação de um triglicerídeo com soda cáustica, formando três moléculas de sal de ácido graxo (sabão) e glicerina.



Fonte 2: (Dalton 2011)

O papel principal do surfactante é realizar os mecanismos de limpeza. É amplamente relatado que existem quatro mecanismos individuais de remoção de sujeira, cada um deles baseado na natureza anfifílica da molécula do surfactante, e é corroborado em graus variados.

O primeiro mecanismo foi introduzido por Adam et al. e posteriormente evidenciado nos estudos de Poce-Fatou, Muherei et al. e Childs et al. De forma simplificada, ele depende do aumento do ângulo de contato entre o resíduo aderido e o cabelo, promovendo seu desprendimento completo. A equação de Young descreve a condição necessária para que esse ângulo supere o trabalho de adesão, reduzindo, assim, a tensão interfacial experimentada pelo resíduo.

Nesse processo, o surfactante se adsorve na interface óleo/água, diminuindo a tensão interfacial (Figura 3). Isso provoca um aumento gradual no ângulo de contato entre o resíduo e o fio capilar — de 0° a 90° (Figura 3, partícula 1) e, eventualmente, até 180° (Figura 3, partícula 2) — momento em que as partículas são completamente removidas, pois as forças adesivas são superadas (Figura 3, partícula 3).

A remoção por “enrolamento” é ainda facilitada pelas forças repulsivas entre o resíduo e os grupos de cabeça dos surfactantes. Os resíduos permanecem solubilizados, uma vez que todas as superfícies de absorção relevantes são devidamente umedecidas pelo agente tensoativo.

Figura 3 – Diagrama esquemático do mecanismo de “enrolamento” na remoção de resíduo aderente mediada por surfactante, baseado em dados de Muherei et al., Lochhead e Childs et al.



Fonte 3: (Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

O resíduo aderente (em amarelo) e as moléculas de surfactante (em rosa) são representados em três estágios:

Partícula 1: estágio inicial, com ângulo de contato de 90° entre o resíduo e a superfície (pele humana);

Partícula 2: estágio intermediário, com ângulo de 180° ;

Partícula 3: partícula completamente desprendida da superfície.

(Shampoo Science: A Review of the Physiochemical Processes behind the Function of a Xampu) (Thompson et al., Xampu Science, 2023)

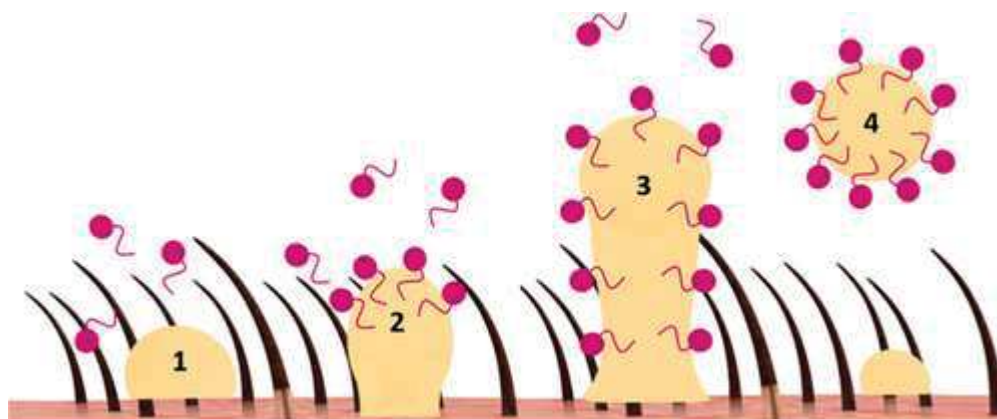
O segundo mecanismo é conhecido como emulsificação espontânea (Figura 4). Frequentemente mencionado em conjunto com o processo de "enrolamento" na literatura, foi evidenciado por M. Muherei e J. D. Childs, que, mais uma vez, associam a equação de Young e as variações na tensão interfacial à remoção do resíduo aderente.

Esse mecanismo pode ser visto como uma extensão do anterior, sendo impulsionado pela baixa tensão interfacial na interface resíduo/água. No entanto, diferentemente do "enrolamento", o ângulo de contato aqui não é suficientemente alto para promover o desprendimento completo.

Em vez disso, o filme de resíduo sofre deformações progressivas causadas pela ação do surfactante, resultando na formação de partículas semelhantes a brotos, emulsionadas por lipídios (Figura 4, partículas 2 e 3).

Essas gotículas são facilmente desestabilizadas por agitação mecânica (Figura 4, partícula 4), cuja força supera as interações coesivas que mantêm o resíduo aderido ao fio capilar. Nesse caso, traços residuais de óleo podem permanecer nos cabelos (Thompson et al., Shampoo Science, 2023).

Figura 4 – Diagrama esquemático do mecanismo de emulsificação espontânea na remoção de resíduo aderente com auxílio de surfactantes, baseado em informações de Muherei et al., Lochhead, Miller et al. e Childs et al.



Fonte 4: (Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

O resíduo aderente está representado em amarelo, e as moléculas de surfactante, em rosa.

Os estágios ilustrados incluem:

- Partícula 1: presença do resíduo aderente na superfície capilar;
- Partículas 2 e 3: formação de estruturas "semelhantes a brotos" durante o processo de emulsificação, promovido pela ação do surfactante;
- Partícula 4: remoção das gotículas emulsionadas por meio de agitação mecânica.

(Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

O terceiro mecanismo, conhecido como penetração ou “amolecimento do resíduo aderente” (Figura 5), foi evidenciado experimentalmente por Lawrence et al., Cox e Evans et al., por meio de ensaios de dissolução e submersão que monitoraram a taxa e a extensão da entrada de surfactantes no resíduo.

“Soapy” Lawrence demonstrou que o efeito hidrofóbico impulsiona a penetração dos surfactantes em resíduos insolúveis e hidrofóbicos. Esse processo é controlado por interações favoráveis entre o grupo de cauda do surfactante e o material aderido, reduzindo a tensão interfacial na interface resíduo/água.

Durante essa ação, forma-se uma fase líquido-cristalina interfacial (Figura 5, partícula 2), que pode ser desestabilizada e removida por agitação mecânica (Figura 5, partícula 3), deixando parte do resíduo temporariamente exposto. Esse ciclo se repete até que toda a sujeira seja eliminada. (Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

Figura 5 – Diagrama esquemático do mecanismo de penetração na remoção de sujeira auxiliada por surfactantes, baseado em dados de Evans et al., Cox, Lochhead e Cornwell.



Fonte 5: (Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

O resíduo aderente é representado em amarelo e as moléculas de surfactante, em rosa.

Os estágios ilustrados são:

Partícula 1: sujeira aderida ao cabelo;

Partícula 2: formação da fase líquido-cristalina interfacial;

Partícula 3: agitação que promove a remoção parcial do resíduo.

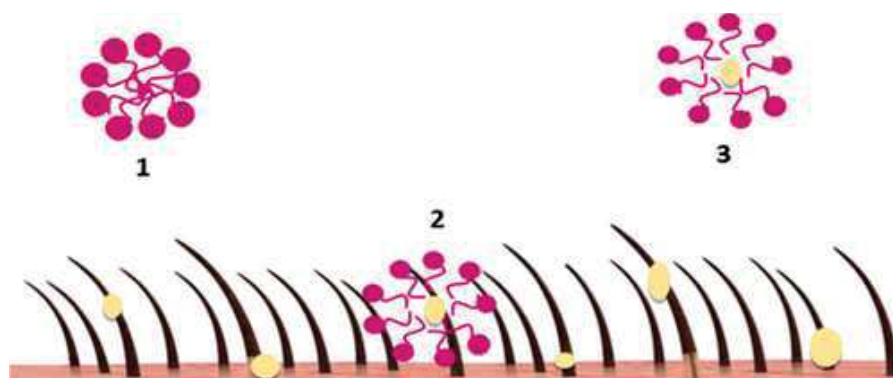
(Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

O quarto e último mecanismo é conhecido como solubilização, também referido como mecanismo micelar ou de encapsulamento (Figura 6). Foi evidenciado experimentalmente por Poce-Fatou, Childs et al., Bajpai et al., Kabin et al. e Carroll, por meio de técnicas que monitoram a solubilização de resíduos em altas concentrações de surfactantes e medições de tensão interfacial.

Esse processo depende da capacidade dos surfactantes de formar micelas ao atingirem a concentração micelar crítica (CMC) (Figura 6, partícula 1). A remoção ocorre por meio do núcleo hidrofóbico dessas estruturas, que interagem diretamente com os resíduos, favorecidos pela solubilidade — embora extremamente baixa — do óleo em água e pela formação de uma camada de depleção.

As micelas adsorvem na interface entre o resíduo e a água (Figura 6, partícula 2), envolvendo o material aderente em seus núcleos hidrofóbicos, o que permite sua remoção posterior durante o enxágue (Figura 6, partícula 3). (Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

Figura 6 – Diagrama esquemático do mecanismo micelar (solubilização) na remoção de resíduo aderente com auxílio de surfactantes, baseado em dados de Cornwell, Lochhead, Carroll e Carbonell et al.



Fonte 6: (Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

O resíduo aderente é representado em amarelo e as moléculas de surfactante, em rosa. Os estágios apresentados são:

Partícula 1: micelas formadas em solução;

Partícula 2: encapsulamento do resíduo aderente no núcleo hidrofóbico da micela;

Partícula 3: remoção das partículas encapsuladas durante o enxágue.

(Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

Em baixas concentrações de surfactante, a CMC (concentração micelar crítica) não é alcançada, e a remoção da sujeira ocorre predominantemente pelos mecanismos de “enrolamento” e emulsificação espontânea (Figuras 3 e 4, respectivamente). À medida que a concentração ultrapassa a CMC, o mecanismo de solubilização passa a predominar (Figura 6). (Thompson et al., Shampoo Science, 2023)

IMPACTOS AMBIENTAIS DOS SURFACTANTES SINTÉTICOS:

O uso de surfactantes em residências e indústrias é inevitável, assim como sua descarga no meio ambiente, especialmente em corpos d'água como efluentes. Sendo agentes tensoativos, sua utilização é vista principalmente em sabões, detergentes, produtos de higiene pessoal, emulsificantes, agentes umectantes etc.

Os surfactantes aniônicos são a classe mais utilizada. Esses surfactantes são responsáveis pela espuma nos corpos d'água e causam potenciais efeitos adversos aos componentes bióticos e abióticos do ecossistema. Os surfactantes são capazes de penetrar a membrana celular e, portanto, causar toxicidade aos organismos vivos. (Revista de Microbiologia Aplicada, 2022).

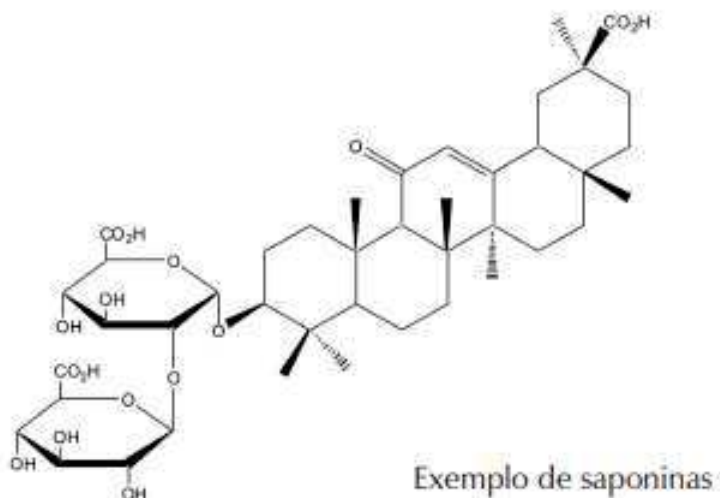
Devido principalmente às extensas aplicações de surfactantes, sua enorme concentração, principalmente em águas residuais urbanas ou industriais e domésticas, pode acabar em estações de tratamento de águas residuais municipais (ETARs) ou ser descarregada diretamente no meio ambiente (Bautista-Toledo et al. 2014; Camacho-Muñoz et al. 2014). Além disso, o destino e a estrutura química dos surfactantes, sistemas ambientais (aeróbicos ou anaeróbicos) e aceitadores de elétrons contribuem principalmente para a persistência, degradabilidade e efeitos ecológicos dos surfactantes no ambiente (Bering et al. 2018; Zhu et al. 2018). (Revista de Microbiologia Aplicada, 2022).

SAPONINAS: ESTRUTURA E PROPRIEDADES QUÍMICAS:

O nome saponina foi atribuído a essas substâncias devido à capacidade que elas têm de formar espuma, quando agitadas com água, semelhante ao sabão. Elas são tensoativa, ou seja, são capazes de promover misturas, o que normalmente não acontece. Plantas medicinais com saponinas são diuréticas, depurativas do sangue e expectorantes.

Estruturalmente, as saponinas são uma classe diversa de compostos com vasta diversidade funcional. Conforme apresentado esquematicamente na figura, geralmente há dois grupos funcionais na estrutura da saponina: uma aglicona (uma molécula de esqueleto de 30 carbonos) e uma glicona (com uma ou mais unidades de açúcar).

Figura 7 – Representação de uma molécula de Saponina



Fonte 7: UFMG - Saponina (2016)

Os componentes da aglicona são feitos de um triterpenoide ou esteroide. Em geral, a glicona ou fração de açúcar consiste em um monossacarídeo ou um oligossacarídeo ligado covalentemente à molécula de esqueleto. A presença de componentes lipofílicos (aglicona) e hidrofílicos (açúcar) em uma molécula lhes dá propriedades semelhantes a sabão.

São derivadas do metabolismo secundário das plantas, relacionados, principalmente com o sistema de defesa. São encontradas nos tecidos que são mais vulneráveis ao ataque 19 fúngico, bacteriano ou predatório dos insetos (WINA et al., 2005), sendo consideradas parte do sistema de defesa das plantas e são indicadas como fitoprotetoras (PIZARRO, 1999). Essa atividade seria devido à interação com os esteróis da membrana (FRANCIS et al., 2002), (MOREIRA, 2018, p.19).

Seu comportamento anfifílico juntamente com a capacidade de formar complexos com esteróides, proteínas e fosfolipídios de membranas, possibilitam ações biológicas variadas. Na indústria, suas propriedades surfactantes são utilizadas para a preparação de emulsões para filmes fotográficos e, principalmente, na indústria de cosméticos em batons e xampus. Na indústria alimentícia, são usadas como flavorizantes e como agente espumante. Com a saponina presente no juazeiro, se destaca a sua capacidade de produzir espuma. As espumas são um estado, onde bolhas de gás se dispersam e ficam suspensas dentro de um sólido ou de um líquido.

A espuma é formada a partir de uma agitação, onde bolhas de ar são cercadas por proteínas e/ou saponinas que passaram por uma desnaturação da superfície líquido-ar. (PLETI, 2008) (MOREIRA, 2018, p.19)

A saponina está presente em materiais vegetais, especialmente em raízes, flores e sementes. Leguminosas, incluindo soja, grão-de-bico, feijão-mungo, amendoim, lentilhas e feijões, são as principais fontes alimentares de saponinas e estão presentes em outras espécies de plantas comestíveis, como aveia, aspargos, alho-poró, espinafre, alho, chá, gergelim, inhame e beterraba sacarina. Árvore-de-casca-de-sabão (*Quillaya saponaria*), iúca-mohave, feno-grego, castanha-da-índia (*Aesculus hippocastanum*) ((SHARMA et al., 2023))

ARVORE JUÁ (ZIZIPHUS JOAZEIRO):

O juazeiro é uma planta típica do semi-árido nordestino, onde está localizada a Caatinga, que é um bioma exclusivamente brasileiro. Dessa forma, podemos encontrá-lo nos nove estados que compõem a região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e até mesmo no norte de Minas Gerais (DIÓGENES et al., 2010).

É uma árvore de grande importância para a população nordestina, e possui uma carga histórica considerável, uma vez que é utilizada para inúmeras funções, tais como: alimento para o gado na seca, frutos para a alimentação humana. Sua madeira também é utilizada, por ser de boa qualidade e durável, para fins ornamentais (MONIZ-BRITO et al., 2005).

Tradicionalmente na medicina popular nordestina, o extrato da folha feito com água é usado, por via oral, para alívio de problemas gástricos e expectorantes; a entrecasca, rica em saponina, é usada para limpeza dos cabelos e dos dentes, sendo também utilizado como tônico capilar para o controle de caspas. (ITF, 2008)

Segundo Sankat e Castaigne (2004), a formação de espuma está relacionada a uma propriedade funcional das proteínas. No juazeiro, além da presença de proteínas e lipídeos que atribuem à capacidade de formar espuma, tem-se também a presença das saponinas. (MOREIRA, 2018, p.18).

7 METODOLOGIA

7.1 TIPO DE PESQUISA:

O trabalho se caracteriza como uma pesquisa experimental aplicada e apresenta caráter quantitativo e qualitativo.

7.2 MATERIAIS E REAGENTES:

- 20g Casca de Juá;
- 1 Xampu hidratante (Elseve);
- 1 Xampu detox (Chikas);
- Água destilada;
- 3 Béquer de 1000 ml;
- 3 Béquer de 500 ml;
- 3 Béquer de 50 ml;
- 1 Picnômetro de 50 ml;
- 1 Termômetro;
- 8 Tubos de ensaio;
- 1 Bico de Bunsen;
- 1 Tripé de ferro;
- 1 Tela de Amianto;
- 1 Placa de agitação;
- 1 Viscosímetro;
- 1 pHmetro;
- 1 Condutivímetro;
- 1 Centrífuga.

7.3 INSTRUMENTAÇÃO:

1. Teste de Espuma;
2. Teste de pH;
3. Condutividade elétrica;
4. Teste de Centrifugação;
5. Teste de Viscosidade;
6. Determinação de Densidade;
7. Compatibilidade cutânea;
8. Testes de uso controlado → verificar hidratação, maciez, brilho, redução da oleosidade etc.

7.4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

7.4.1 AVALIAÇÃO DE XAMPUS COMERCIAIS:

Para se criar uma base de dados comparativos para verificar a qualidade da formulação desenvolvida, foram submetidos, os xampus comerciais das marcas Elseve e Chikas, aos mesmos testes físico-químicos que o xampu de casca de juá, todos feitos numa sala a 25°C.

7.4.2 CONFECÇÃO DO XAMPU DE JUÁ:

Para a fabricação do xampu de juá foi pesado 20 gramas de casca de juá em um béquer, preenchido com água até atingir 200 ml e com um bico de Bunsen aceso, foi colocado o béquer em cima de uma tela de amianto por 20 minutos até atingir 90°. Após isso, preparamos os xampus industriais colocando 20 ml de xampu em um béquer de 600 ml e no mesmo recipiente foi adicionado água até atingir 200 ml.

Figura 8 - Confecção do chá com a casca de Juazeiro

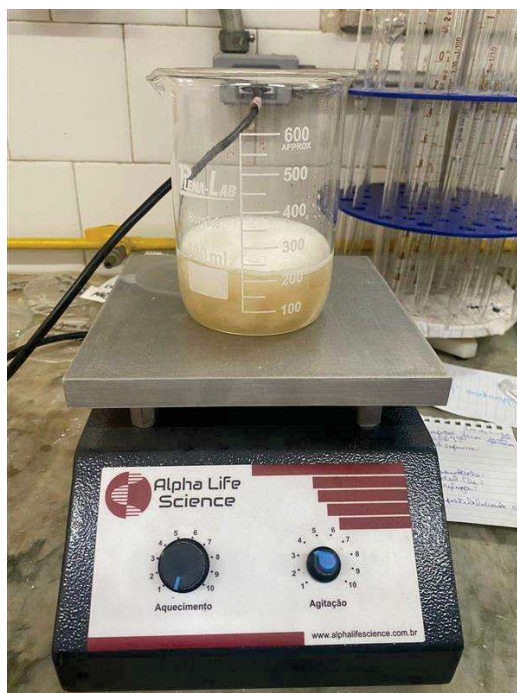


Fonte 8: Autoria Própria (2025)

7.4.3 TESTE DE ESPUMA:

Com as soluções prontas, foi utilizado uma placa de agitação (Alpha Life Science) e uma barra magnética, também conhecida como "peixinho". Para realizar o teste de espuma, todos os recipientes foram submetidos às mesmas condições, com o aquecimento da placa desligado e a velocidade do "peixinho" no quatro por cinco minutos, para os três béqueres. Apesar da espuma não ser realmente um indicativo da qualidade ou eficácia do xampu, ainda sim pode afetar na recepção pública.

Figura 9 - Preparação da amostra em agitador magnético.

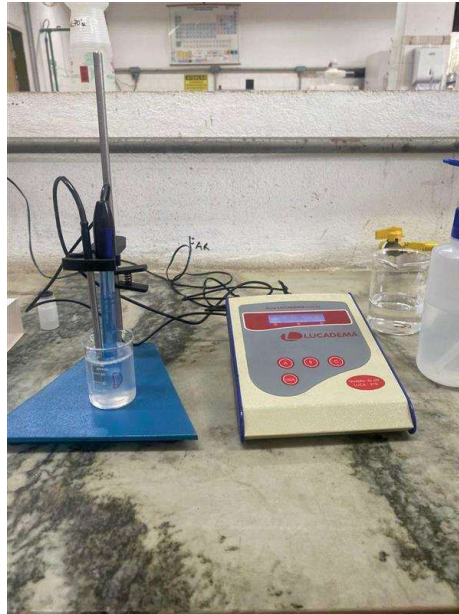


Fonte 9:Autoria Própria (2025)

7.4.4 TESTE DE pH:

Usando a mesma solução dos xampus diluídos em água e o xampu de juá, foi transferido 50 ml de cada solução para béqueres menores de 50 ml, o suficiente para submergir os eletrodos do pHmetro. Um teste de pH é feito num xampu para garantir que a sua fórmula tenha um nível de acidez adequado para entrar em contato com a pele do coro cabeludo.

Figura 10 - Medição do pH das amostras com pHmetro de bancada.



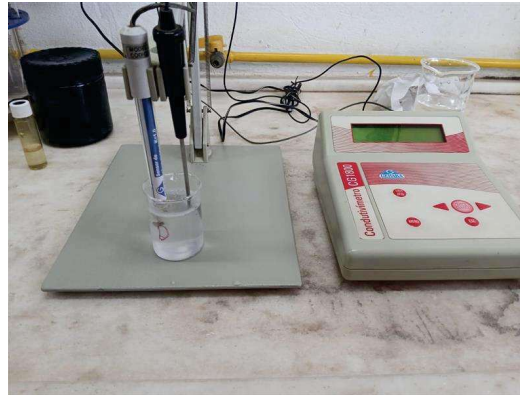
Fonte 10: Autoria Própria (2025)

7.4.5 TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA:

Com a mesma mistura das amostras de xampu com água e o xampu de juá, os recipientes foram levados para o condutivímetro e então estudou-se a condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) através de um condutivímetro digital CG 1800 da marca Gehaka. O eletrodo foi inserido nas soluções. O teste foi realizado uma única vez em cada amostra, realizando a limpeza do eletrodo com água destilada a cada amostra analisada. Um teste de condutividade num xampu não tem uso prático para o consumidor final, mas é uma análise físico-química usada em laboratório para avaliar a qualidade do produto e da água utilizada na sua fabricação.

Vale a pena mencionar que se a condutividade estiver muito baixa, pode indicar formulação diluída ou instável, falta de surfactantes, podendo comprometer a formação de espuma e o poder de limpeza. A condutividade mede a quantidade de íons dissolvidos e pode indicar a presença de sais, minerais ou outras substâncias químicas, o que afeta a concentração e a pureza do xampu, sendo um parâmetro para o controle de qualidade e estabilidade do produto. (CAREY; PATIL; STUBENRAUCH, 2013)

Figura 11 – Medidor de condutividade elétrica



Fonte 11: Autoria Própria (2025)

7.4.6 TESTE DE CENTRIFUGAÇÃO:

Para o teste da centrífuga utilizou-se uma centrífuga Centrifuge mod. 206 da marca FANEN, que gera um estresse na amostra, fazendo uma simulação do aumento na força gravitacional, aumentando, conseqüentemente, a mobilidade das partículas e prevendo possíveis instabilidades (Faria et al., 2012). Foram depositadas as amostras dos três tipo de xampu até faltar um dedo para preencher os tubos de ensaios, específicos para o teste de centrifugação, que foram submetidos a apenas um ciclo de centrifugação com a velocidade de rotação de 3500 rpm com duração de 10 minutos o ciclo.

O teste foi realizado em duplicata, com oito tubos de ensaio, dois de cada amostra e dois de água para completar os tubos de ensaio. Esse teste de centrifugação em um xampu serve para avaliar a estabilidade da fórmula, simulando as condições de estresse (como calor e movimentação) que o produto pode sofrer durante o armazenamento e transporte. Ao forçar a separação de fases com a força centrífuga, é possível identificar se os componentes do xampu podem se separar, indicando a necessidade de ajustar a formulação para que ela se mantenha homogênea e eficaz por mais tempo.

Figura 12 – Centrífuga utilizada nos testes laboratoriais.



Fonte 12: Autoria Própria (2025)

7.4.7 TESTE DE VISCOSIDADE:

Foi utilizado um viscosímetro do modelo tipo Ford, com o orifício 4, para ficar dentro do limite do tempo de escoamento de 100 segundos. Os xampus industriais foram diluídos colocando 50 ml de xampu e 50 ml de água destilada. No momento do ensaio, o viscosímetro e o material a ser ensaiado estavam a 25°C. Foi fechado o orifício com lâmina de vidro plana e preenchido o copo com amostra até o nível mais elevado. Em seguida a amostra foi nivelada no copo utilizando placa de vidro plana e retirada a lâmina do orifício. A amostra ficou retida dentro no copo. Foi removida a placa de vidro plana e acionado o cronômetro quando a amostra começou a escoar pelo orifício. Quando ocorreu a primeira interrupção do fluxo de escoamento, parou-se o cronômetro e foi anotado o tempo transcorrido em segundos.

Um teste de viscosidade em um xampu serve para garantir a qualidade e consistência do produto, assegurando que a sua textura (mais "grosso" ou "fluido") seja adequada para o uso correto, o envasamento e a estabilidade. Isso afeta a experiência do consumidor e a eficácia do produto.

Figura 13 – Equipamento de viscosímetro.



Fonte 13: Autoria Própria (2025)

7.4.8 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE:

A densidade foi medida utilizando-se picnômetro de vidro de 50 ml. Utiliza-se o de vidro para os produtos líquidos. Pesou-se o picnômetro vazio e anotou-se o seu peso (M_0). A seguir, foi enchido completamente o picnômetro (limpo e seco) com a amostra, evitando a formação de bolhas. Após secá-lo cuidadosamente, ele foi pesado mais uma vez e anotou-se seu peso (M_2) (BRASIL, 2008).

Cálculo:

Figura 14 – Cálculo da densidade.

$$D = \frac{M_2 - M_1}{V}$$

Fonte 14: Autoria Própria (2025)

Onde:

D = densidade

M1 = massa do picnômetro vazio, em gramas

M2 = massa do picnômetro com a amostra, em gramas

V = volume do picnômetro com a amostra

7.4.9 COMPATIBILIDADE CUTÂNEA:

Nesse teste, um dos integrantes do grupo se ofereceu para utilizar o xampu de juá para uso, o integrante lavou o cabelo com esse xampu e deixou secar naturalmente. O intuito desse teste é garantir que o consumidor do xampu de juá não vá sofrer alguma irritação ao longo do dia após o uso do xampu

7.4.10 TESTES DE USO CONTROLADO → VERIFICAR SATISFAÇÃO, MACIEZ, BRILHO, REDUÇÃO DA OLEOSIDADE ETC:

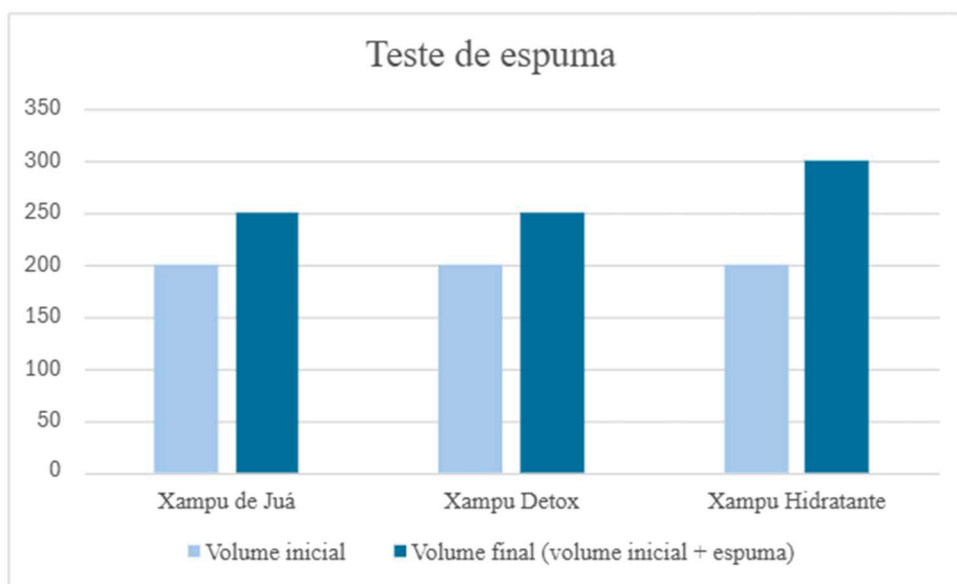
Esse mesmo integrante ao lavar o cabelo relatou como ficou seu cabelo após o uso, como a redução de oleosidade no cabelo, se teve efeito condicionante/hidratante, se houve ressecamento dos fios

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1 TESTE DE ESPUMA:

O teste de espuma foi realizado conforme a metodologia estabelecida, com o objetivo de avaliar a capacidade do xampu de Juá em gerar espuma e compará-lo com shampoos comerciais. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela a seguir.

Tabela 1 – Tabela de comparação da formação de espuma.



Fonte 15: Autoria Própria (2025)

O teste de espuma mostra que o xampu de Juá e o xampu detox apresentam uma formação de espuma semelhante, atingindo a medida de 250 ml no bequer, 50 ml a mais do seu valor inicial, indicando que o produto possui uma capacidade de espumar comparável à de um xampu comercial. Já o xampu hidratante, por sua vez, foi o que gerou maior quantidade de espuma, alcançando 300 ml no béquer, 100 ml acima do seu volume inicial.

8.2 TESTE DE PH:

O teste de pH feito para avaliar a acidez e compatibilidade com o couro cabeludo teve como resultado:

Tabela 2 – Tabela de comparação de pH.

Xampu	pH
Xampu de Juá	5,71
Xampu Detox	5,43
Xampu Hidratante	4,48

Fonte 16: Autoria Própria (2025)

Após analisar a tabela, podemos concluir que os xampus, tanto comerciais quanto o de Juá apresentaram valores parecidos sendo o maior os outros o de Juá com um pH de 5,71 e o menor sendo o xampu hidratante com pH 4,48. Considerando que o pH do couro cabelo é de 5,5 – teoricamente os xampus não deveriam ultrapassar esse valor. – No entanto, dos produtos disponíveis comercialmente no Brasil, de marcas internacionais, não atende a esse requisito.

Como não há obrigatoriedade de especificar essa variável (pH) na fórmula, cabe ao dermatologista exigir a inclusão de agentes antiestáticos nas fórmulas de shampoos e condicionadores. (Gavazzoni Dias et al., 2014)

8.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA:

O teste de condutividade elétrica foi realizado para analisar a capacidade do produto de conduzir corrente elétrica, o que reflete a presença e a concentração de íons, como sais, ácidos e bases. Esses íons estão diretamente relacionados ao poder de limpeza e à capacidade de formação de espuma do xampu. Valores de condutividade muito baixos podem indicar a ausência ou baixa concentração de surfactantes na formulação (CAREY; PATIL; STUBENRAUCH, 2013).

Os resultados obtidos estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 3 – Tabela de comparação da condutividade elétrica

Xampu	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Xampu de Juá	656 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Xampu Detox	832 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Xampu Hidratante	1696 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Fonte 17: Autoria Própria (2025)

Com base em artigos de cosméticos da área (SILVA; SILVA, 2016 e HASSAN et al., 2017), a condutividade elétrica para cada tipo de xampu seria 300–800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para xampus suaves, 800–1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para xampus comuns e 1500–3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para xampus detox ou concentrados. No presente estudo, observou-se que o xampu de Juá e o xampu detox apresentaram valores abaixo do esperado para essa categoria (xampu detox), enquanto o xampu hidratante, por ser um produto mais concentrado, manteve-se dentro da faixa considerada adequada.

8.4 TESTE DE CENTRIFUGAÇÃO:

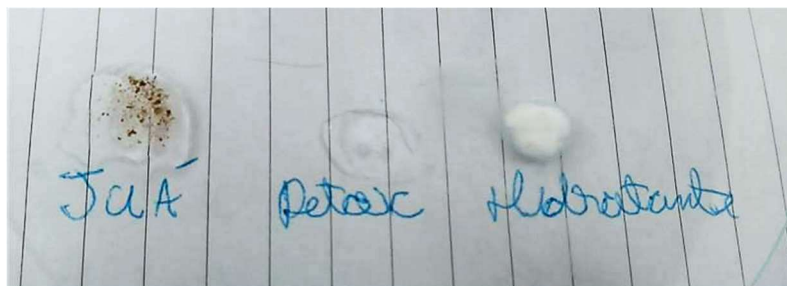
O teste de centrifugação, realizado com o objetivo de estimar a estabilidade do produto ao simular um envelhecimento acelerado, apresentou seus resultados nas imagens a seguir.

Figura –15 Amostras de xampu em tubos de ensaio após a centrifugação.



Fonte 18: Autoria Própria (2025)

Figura –16 Comparação entre os resíduos dos xampus.



Fonte 19: Autoria Própria (2025)

Após 10 minutos a 3500 RPN na centrifugadora, podemos perceber pelas imagens, que com o tempo, o xampu de Juá tende a formar um depósito no fundo do recipiente, o qual seria o resíduo do pó de sua casca. Entre os xampus comerciais, o único que apresentou resíduo foi o hidratante, cuja textura cremosa sugere a adição de algum componente durante a fabricação do produto.

8.5 DETERMINAÇÃO DE VISCOSIDADE:

O teste para determinar a viscosidade foi realizado conforme na metodologia, com o objetivo de garantir a qualidade e consistência do produto, assegurando que sua textura seja adequada para uso. A equação utilizada e os resultados obtidos estão apresentados na conta a seguir.

Figura 17 – Cálculo da Densidade do xampu de juá.

Densidade do shampoo de Juá

$$D = \frac{97,7506 - 46,7820}{50 \text{ mL}} \quad D = \frac{1,02 \text{ g/mL}}$$

Fonte 20: Autoria Própria (2025)

Figura 18 – Cálculo da Densidade do xampu Detox.

Densidade do shampoo Detox

$$D = \frac{96,6867 - 46,7820}{50 \text{ ml}} \quad D = \frac{1,00 \text{ g/mL}}$$

Fonte 21: Autoria Própria (2025)

Figura 19 – Cálculo da Densidade do xampu hidratante.

Densidade do shampoo hidratante

$$D = \frac{97,7618 - 47,0364}{50 \text{ ml}} \quad D = \frac{1,01 \text{ g/mL}}$$

Fonte 22: Autoria Própria (2025)

Figura 20 – Cálculo da viscosidade.

$$V = [(3,846 \times T) - 17,3] \times D$$

V= Viscosidade

T= Tempo de escoamento

D= Densidade

Os valores -3,846t e -17,3 são retirados da formula original disponibilizada pelo fabricante do equipamento para a conversão em Cp

Fonte 23: Autoria Própria (2025)

Tabela 4 – Dados da viscosidade cinemática.

Xampu	Tempo (s)	Densidade (g/mL)	Viscosidade (Cp)
Xampu de Juá	10.28	1.02	22.68
Xampu Detox	13.67	1	70.55
Xampu Hidratante	19.2	1.01	114.21

Fonte 24: Autoria Própria (2025)

O xampu de juá foi o que apresentou menor viscosidade, enquanto o xampu hidratante apresentou a maior viscosidade. Acreditamos que isso se deu por conta de que o xampu de juá é composto apenas por água e a casca do juá causando assim uma menor viscosidade, já o xampu hidratante tem uma maior viscosidade, cremos que seja por conta do creme hidratante encontrado nas amostras após passar pela centrifuga.

8.6 COMPATIBILIDADE CUTÂNEA E TESTES DE USO CONTROLADO → VERIFICAR HIDRATAÇÃO, MACIEZ, BRILHO, REDUÇÃO DA OLEOSIDADE ETC.

O xampu de juá foi testado em um cabelo tipo 2A e o relato de uma das integrantes do grupo que utilizou o xampu de juá comentou que o produto não faz espuma comercial o que pode afetar negativamente na recepção do produto, também relatou que removeu a oleosidade do seu cabelo, não deixou cheiro e disse que seus fios ficaram um pouco ressecado, acreditamos que isso aconteceu por conta do pH um pouco elevado 0,20 de diferença do pH comum. Como já esperado por ser um produto amplamente usado no Nordeste, o xampu não desencadeou nenhuma alergia.

9 CONCLUSÃO:

O trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente o xampu natural produzido a partir da casca do Juazeiro, comparando-o com produtos comerciais disponíveis no mercado. A partir das análises realizadas, observou-se que o xampu natural apresentou resultados bons, como nos testes de pH e formação de espuma, demonstrando desempenho próximos aos xampus industriais. Esses resultados evidenciam a eficiência da formulação natural das saponinas e seu potencial como alternativa sustentável e de menor impacto ambiental.

Por outro lado, o teste de viscosidade apresentou valores inferiores aos dos produtos comerciais, o que pode ser atribuído à ausência de aditivos sintéticos utilizados pela indústria cosmética para aumentar a espessura e a estabilidade das formulações.

Ainda durante as análises, o grupo chegou à resolução de que os resultados obtidos apresentem tendência a oscilar em função do uso da água destilada, esse tipo de água possui menor concentração de metais e sais minerais em comparação à água de torneira ou de chuveiro, o que pode influenciar diretamente o pH e, conseqüentemente, o comportamento do produto em contato com o couro cabeludo. Dessa forma, caso alguém deseje reproduzir a receita em casa, recomenda-se adaptá-la conforme o tipo de cabelo — no presente trabalho, a formulação foi desenvolvida especialmente para cabelos oleosos, sendo importante ajustar a proporção dos ingredientes para fios mais secos ou hidratados.

Concluimos que o aproveitamento da casca do Juazeiro na produção de cosméticos naturais representa uma alternativa promissora, unindo sustentabilidade, eficiência e valorização de recursos vegetais brasileiros.

10 REFERÊNCIAS

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *12 Principles Of Green Chemistry*. Disponível Em: <https://www.acs.org/green-chemistry-sustainability/principles/12-principles-of-green-chemistry.html> Acesso Em: 17 Set. 2025.

ATKINS, P. W. *Princípios Da Química Do Meio Ambiente*. Rio De Janeiro, 2011.
D'AGUIAR, V. R. F. *Produção De Biossurfactantes A Partir De Resíduos Agroindustriais*. Dissertação (Mestrado Em Engenharia Química) – UFRJ, 2020. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/13680/1/VRFD%27aguiar.pdf> Acesso Em: 19 Set. 2025.

CAREY, E.; PATIL, S. R.; STUBENRAUCH, C. Conductivity measurements as a method for studying ionic technical grade surfactants. *Tenside Surfactants Detergents*, v. 45, n. 3, p. 201–206, 2013. Acesso em 13 out. 2025

DAFRATEC. *Viscosímetro: O Que É E Quais Os Tipos? Guia Do Comprador*. Dafratec, 2023. Disponível Em: <https://dafratec.com/o-que-e-um-viscosimetro-quais-os-tipos-de-viscosimetros-guia-do-comprador> Acesso Em: 27 Set. 2025.

DALTIN, D. *Tensoativos: Química, Propriedades E Aplicações*. São Paulo: Edgard Blücher, 2011. Disponível Em: https://storage.blucher.com.br/book/pdf_preview/9788521205852-amostra.pdf Acesso Em: 19 Set. 2025.

DIÓGENES, F. E. P. *Et Al*. Pré-Tratamento Com Ácido Sulfúrico Na Germinação De Sementes De *Ziziphus Joazeiro* Mart. – Rhamnaceae. *Revista Brasileira De Plantas Mediciniais*, Botucatu, V. 12, N. 2, P. 188–194, Abr./Jun. 2010. Disponível Em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/Qvcgzqhc8dwhtcdtqq8lxq/?format=html&lang=pt> Acesso Em: 21 Set. 2025.

ESHAM, P. D.; SHINGADE, S.; MADANKAR, C. S. Comparative Study Of Saponin For Surfactant Properties And Potential Application In Personal Care Products. *Materials Today: Proceedings*, V. 45, Part 6, P. 5010–5013, 2021. Disponível Em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.448> Acesso Em: 21 Set. 2025.

FARIA, A. B.; PERES, D. D.; VLADI, T. M. K.; CONSIGLIERI, O.; VELASCO, M. V. R.; BABY, A. R. Desenvolvimento E Avaliação De Produtos Cosméticos Para A Higiene Capilar Contendo Tensoativos “Não-Sulfatados”. *Revista De Ciências Farmacêuticas Básica E Aplicada*, V. 33, N. 4, P. 521–527, 2012. Disponível Em: <https://Rcfba.Fcfar.Unesp.Br/Index.Php/Ojs/Article/View/255> Acesso Em: 26 Set. 2025.

FITEC AMBIENTAL. *90% Dos Brasileiros Afirmam Que Responsabilidade Social Corporativa Influencia Na Opinião Sobre Empresas*. 2023. Disponível Em: <https://Fitecambiental.Com.Br/90-Dos-Brasileiros-Afirmam-Que-Responsabilidade-Social-Corporativa-Influencia-Na-Opinio-Sobre-Empresas> Acesso Em: 19 Set. 2025.

GAVAZZONI DIAS, M. F.; DE ALMEIDA, A. M.; CECATO, P. M.; ADRIANO, A. R.; PICHLER, J. The shampoo pH can affect the hair: myth or reality? *International Journal of Trichology*, v. 6, n. 3, p. 95-99, jul. 2014. DOI: 10.4103/0974-7753.139078. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4158629/>. Acesso em: 27 out. 2025.

HASSAN, S.; UR REHMAN, H.; SADDIQUE, A.; GUL, M.; ULLAH, A. *Physiochemical Analysis of Different Soap and Shampoo Collected from the Different Local Market of District Karak, KP, Pakistan*. *World Applied Sciences Journal*, v. 35, n. 9, p. 1-3, 2017. Disponível em: [https://www.idosi.org/wasj/wasj35\(9\)17/50.pdf](https://www.idosi.org/wasj/wasj35(9)17/50.pdf). Acesso em: 27 out. 2025.

MARTINES, L. S. E. *Análise De Estabilidade Físico-Química De Xampus De Cetoconazol Manipulados*. [S. L.: S. N.], 2023. Disponível Em: <https://Remici.Com.Br/Index.Php/Revista/Article/View/86> Acesso Em: 03 Out. 2025.

MOREIRA, M. F. *Desenvolvimento De Detergente Ecológico A Partir De Resíduos Vegetais*. Dissertação (Mestrado Em Engenharia Ambiental) – UFPB, 2021. Disponível Em: <https://Repositorio.Ufpb.Br/Handle/123456789/21945> Acesso Em: 21 Set. 2025.

MOREIRA, M. F. *Cinética De Secagem De Raspas Da Entrecasca Do Juazeiro*. Trabalho De Conclusão De Curso (Engenharia Química) – Universidade Federal Da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível Em: <https://Repositorio.Ufpb.Br/Jspui/Bitstream/123456789/24733/1/TCC%20MARIANA%20FORTINI%20FINAL%20focok.Pdf> Acesso Em: 10 Set. 2025.

MYERS, D. *Ciência E Tecnologia De Surfactantes*. Nova York: John Wiley And Sons Inc, 2006. Disponível Em:

https://onlinelibrary.wiley.com/action/getfrlinkout?url=http%3A%2F%2Fscholar.google.com%2Fscholar_lookup%3Fhl%3Den%26publication_year%3D2006%26author%3DD.%2Bmyers%26title%3Dsurfactant%2Bscience%2Band%2Btechnology Acesso Em: 21 Set. 2025.

MYERS, D. Natural Surfactants And Biosurfactants. In: MYERS, D. *Surfactant Science And Technology*. 4. Ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2020. Cap. 4, P. 101–138. Disponível Em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119465829.ch4> Acesso Em: 19 Set. 2025.

SALAGER, J. L. *Surfactantes: Tipos Y Usos*. Cuaderno FIRP S300-A. Universidad De Los Andes, Facultad De Ingeniería, Escuela De Ingeniería Química. Mérida, Venezuela, 2002. Disponível Em: <https://es.firp-ula.org/wp-content/uploads/2019/06/S300A.pdf> Acesso Em: 22 Set. 2025.

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M. L. Saponinas. In: SIMÕES, C. M.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). *Farmacognosia: Da Planta Ao Medicamento*. 3. Ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS; Ed. UFSC, 2001. Cap. 27, P. 597–619. Acesso Em: 17 Jun. 2025.

SHARMA, K. *Et Al*. Saponins: A Concise Review On Food Related Aspects, Applications And Health Implications. *Food Chemistry Advances*, V. 2, 2023. Disponível Em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X23000114> DOI: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100191> Acesso Em: 21 Set. 2025.

SILVA, G. T. P.; SILVA, G. F. da. *Development and evaluation of physical-chemical stability of a shampoo containing extracts of Euterpe oleracea Mart. and Bertholletia excelsa H.B.K.* Universidade do Estado do Amazonas – UEA; Universidade Federal do Amazonas – UFAM, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/silva/Downloads/2224-Texto%20do%20artigo-10322-1-10-20170727.pdf> Acesso Em: 03. Out. 2025.

SILVA, A. R.; MEDEIROS, L. C. *Propriedades Físico-Químicas De Surfactantes E Seu Impacto Ambiental*. *Principia*, IFPB, 2012. Disponível Em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/article/view/172> Acesso Em: 19 Set. 2025.

SILVA, D. J. C.; SOUZA, E. S.; SILVA, M. L. S. *Produção De Detergente A Base De Extrato Da Casca Do Juazeiro (Ziziphus Joazeiro Mart.)*. Trabalho De Conclusão De Curso (Técnico Em Química) – ETEC Irmã Agostina, São Paulo, 2014. Disponível Em:

[Https://Ric.Cps.Sp.Gov.Br/Handle/123456789/6267](https://Ric.Cps.Sp.Gov.Br/Handle/123456789/6267) Acesso Em: 17 Out. 2025.

SOFT HAIR. *Qual O Melhor Ph Para Shampoo E Condicionador*. Soft Hair, 02 Fev. 2018.

Disponível Em: [Https://Softhair.Com.Br/Qual-O-Melhor-Ph-Para-Shampoo-E-Condicionador/](https://Softhair.Com.Br/Qual-O-Melhor-Ph-Para-Shampoo-E-Condicionador/) Acesso Em: 27 Set. 2025.

SP LABOR. *Controle De Viscosidade Em Cosméticos: Métodos E Importância*. SP Labor, 06 Mar. 2015. Disponível Em: [Https://Www.Splabor.Com.Br/Blog/Guia-Do-Comprador/Controle-De-Viscosidade-Em-Cosmeticos-Metodos-E-Importancia/](https://Www.Splabor.Com.Br/Blog/Guia-Do-Comprador/Controle-De-Viscosidade-Em-Cosmeticos-Metodos-E-Importancia/) Acesso Em: 29 Set. 2025.

SP LABOR. *O Que É Um Medidor De Condutividade: Unidade De Medida Que Determina O Potencial Elétrico De Uma Amostra*. SP Labor, 26 Abr. 2013. Disponível Em:

[Https://Www.Splabor.Com.Br/Blog/Medidor-De-Condutividade-2/Condutividade-Unidade-De-Medida-Que-Determina-O-Potencial-Eletrico-De-Uma-Amostra/](https://Www.Splabor.Com.Br/Blog/Medidor-De-Condutividade-2/Condutividade-Unidade-De-Medida-Que-Determina-O-Potencial-Eletrico-De-Uma-Amostra/) Acesso Em: 20 Set. 2025.

TERRA. *Por Que É Importante Observar O Ph Do Shampoo?* Terra, 12 Set. 2022.

Disponível Em: [Https://Www.Terra.Com.Br/Vida-E-Estilo/Autocuidado/Por-Que-E-Importante-Observar-O-Ph-Do-](https://Www.Terra.Com.Br/Vida-E-Estilo/Autocuidado/Por-Que-E-Importante-Observar-O-Ph-Do-Shampoo,72865383da595fdcf97e1230eef105cech94fp9.Html)

[Shampoo,72865383da595fdcf97e1230eef105cech94fp9.Html](https://Www.Terra.Com.Br/Vida-E-Estilo/Autocuidado/Por-Que-E-Importante-Observar-O-Ph-Do-Shampoo,72865383da595fdcf97e1230eef105cech94fp9.Html) Acesso Em: 17 Set. 2025.

THOMPSON, C. J.; AINGER, N.; STARCK, P.; MYKHAYLYK, O. O.; RYAN, A. J. *Shampoo Science: A Review Of The Physicochemical Processes Behind The Function Of A Shampoo*.

Macromolecular Chemistry And Physics, V. 224, N. 3, P. 2200420, 2023. Disponível Em:

[Https://Onlinelibrary.Wiley.Com/Doi/10.1002/Macp.202200420](https://Onlinelibrary.Wiley.Com/Doi/10.1002/Macp.202200420) Acesso Em: 27 Set. 2025.

TORONTECH. *Viscosity Testing*. Torontech, 2023. Disponível Em:

[Https://Torontech.Com/Pt/Viscosity-Testing/](https://Torontech.Com/Pt/Viscosity-Testing/) Acesso Em: 22 Set. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). Saponina. Disponível em:

<https://www.ufmg.br/mhnpj/ceplamt/plantas-medicinais-na-escola/saponina> Acesso em: 22 set. 2025.

VASCONCELOS, L. F. S. V. *Estudo Sobre A Distribuição Das Saponinas Na Casca Do Juazeiro*. Dissertação (Mestrado Em Química) – Universidade Federal Da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível Em: <https://Repositorio.Ufpb.Br/Jspui/Bitstream/123456789/13542/1/LFSV29112017.Pdf> Acesso Em: 21 Set. 2025.

WORLD OF TEST. *Viscosity Test: What You Need To Know*. World Of Test, 2023. Disponível Em: <https://www.worldoftest.com/pt/articles/viscosity-test-what-you-need-to-know> Acesso Em: 25 Set. 2025.

YANG, J. Chapter 36 - Hair Care Cosmetics. In: *Cosmetic Science And Technology*. Elsevier, 2017. P. 601–615. Disponível Em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802005-0.00036-7>. Acesso Em: 21 Set. 2025.

YOUTUBE. *O Que A Cabeleireira Precisa Saber Sobre Ph Dos Cosméticos*. Youtube, 2023. Disponível Em: <https://www.youtube.com/watch?v=Veuk88ru5gq> Acesso Em: 22 Set. 2025.