UNIVERSIDADE DE SOROCABA
CURSO DE GRADUAÇÃO
ENGENHARIA QUÍMICA

AMANDA PANEGASSI DE LIMA

FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE SHAMPOO FITOCOSMÉTICO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM SHAMPOO COMERCIAL

Sorocaba/SP
2024

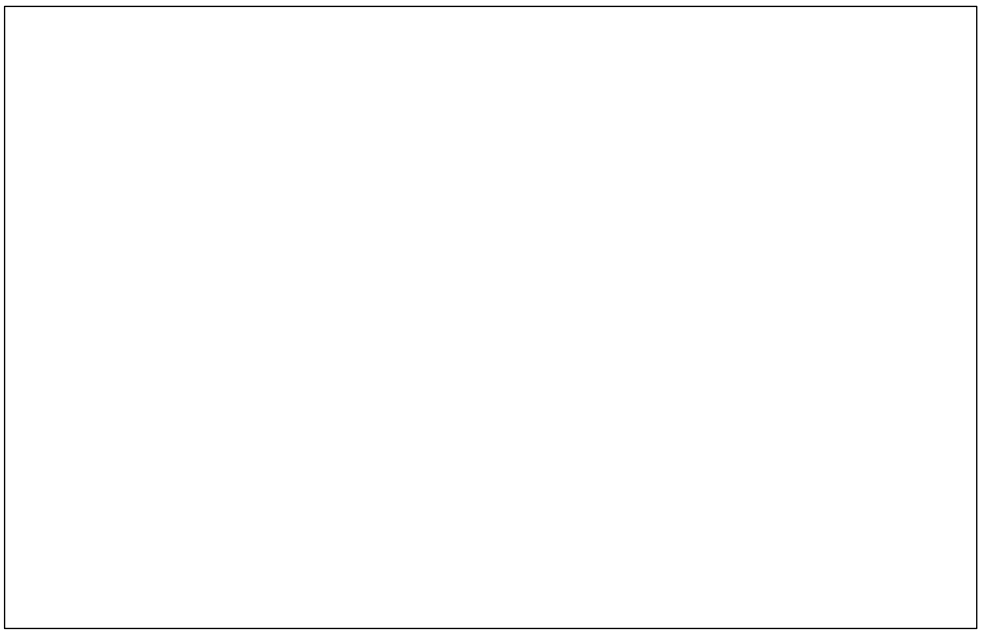
AMANDA PANEGASSI DE LIMA

FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE SHAMPOO FITOCOSMÉTICO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM SHAMPOO COMERCIAL

Trabalho apresentado no curso de graduação de Engenharia Química da Universidade de Sorocaba

Orientador: Drª Ana Carolina de Oliveira Plens

Sorocaba/SP
2024



Amanda Panegassi de Lima

FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO DE SHAMPOO FITOCOSMÉTICO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM SHAMPOO COMERCIAL

Trabalho apresentado no curso de graduação de Engenharia Química da Universidade de Sorocaba

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

Prof.(a) Drª Ana Carolina de Oliveira Plens
Universidade de Sorocaba

Prof.(a) Drª Camila Augusta Arakaki
Universidade de Sorocaba

Prof.(a) Mª Maria Eduarda Lousada
Universidade de Sorocaba

Dedico este trabalho aos meus pais e avós que sempre me apoiaram e incentivaram a seguir meus sonhos. A todos que fizeram parte da minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças para superar os desafios encontrados. Aos meus pais e irmão, pelo amor, apoio e incentivo. A todos os meus parentes e amigos que fazem parte da minha trajetória. À minha orientadora Profª Drª Ana Carolina de Oliveira Plens por todo suporte, incentivo e dedicação na elaboração deste trabalho. A todos que direta ou indiretamente participaram da minha formação, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A crescente demanda por produtos naturais e ecologicamente responsáveis reflete a busca dos consumidores por opções mais seguras e sustentáveis. Os cosméticos naturais têm se destacado devido à associação com ingredientes a base de plantas e formulações menos químicas. Este cenário impulsiona a pesquisa em andamento, focada no desenvolvimento e avaliação de duas formulações de *shampoo* fitocosmético, distinguindo-se por seu tensoativo principal. Esta pesquisa visa substituir substâncias artificiais prejudiciais por ingredientes naturais seguros, oferecendo uma alternativa natural aos produtos comerciais. Além disso, a análise comparativa entre o *shampoo* fitocosmético e um *shampoo* comercial busca avaliar a eficácia e as preferências dos consumidores em relação a essas formulações, em sintonia com a demanda crescente por opções saudáveis e sustentáveis no cuidado capilar. Os testes realizados incluíram: avaliação visual, determinação de pH, conteúdo sólido, avaliação reológica, dispersão de sujeira, ação de limpeza, tensão superficial, capacidade de formação de espuma e estabilidade da espuma, bem como o desempenho do condicionamento. Quando comparado com o *shampoo* comercial, as duas formulações se equiparam no que diz respeito à densidade, sendo em torno de 1 $g.cm^{-3}$, no quesito de dispersão de sujeira todos os shampoos analisados ficaram dentro do esperado, mas na determinação do pH observou-se que os formulados ficaram entre 5 e 7, sendo o ideal para a saúde dos cabelos, diferente do comercial que apresentou valor abaixo do recomendado. Os shampoos desenvolvidos apresentaram desempenho superior em termos de condicionamento de acordo com os testes realizados, porém sendo inferiores quanto a viscosidade, conteúdo sólido e quantidade de espuma formada. No quesito de ação de limpeza a Formulação 2 superou as demais em 42%, indicando que o tensoativo escolhido foi o mais eficaz na remoção das impurezas. Os resultados experimentais sugerem que a formulação do *shampoo* atinge um ponto de harmonia entre eficácia de limpeza, condicionamento e aspectos ecológicos de saúde. A escolha criteriosa dos ingredientes naturais não só promove benefícios específicos para os cabelos, mas também reforça o compromisso com a sustentabilidade.

Palavras-chave: Shampoo. Fitocosmético. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The growing demand for natural and environmentally responsible products reflects consumers' search for safer and more sustainable options. Natural cosmetics have stood out due to their association with plant-based ingredients and less chemical formulations. This scenario drives ongoing research focused on the development and evaluation of two phytocosmetic shampoo formulations, distinguished by their main surfactant. This research aims to replace harmful artificial substances with safe natural ingredients, offering a natural alternative to commercial products. Additionally, the comparative analysis between the phytocosmetic shampoo and a commercial shampoo seeks to evaluate the efficacy and consumer preferences regarding these formulations, in line with the increasing demand for healthy and sustainable hair care options. The tests conducted included: visual assessment, pH determination, solid content, rheological evaluation, dirt dispersion, cleaning action, surface tension, foam formation capacity, and foam stability, as well as conditioning performance. When compared to the commercial shampoo, both formulations were comparable in terms of density, being around 1 $g.cm^{-3}$. In terms of dirt dispersion, all the shampoos analyzed met the expected standards, but in the pH determination, the formulated shampoos ranged between 5 and 7, which is ideal for hair health, unlike the commercial shampoo that showed a value below the recommended range. The developed shampoos exhibited superior conditioning performance according to the tests conducted, although they were inferior in terms of viscosity, solid content, and amount of foam produced. In terms of cleaning action, Formulation 2 outperformed the others by 42%, indicating that the chosen surfactant was the most effective in removing impurities. The experimental results suggest that the shampoo formulation achieves a balance between cleaning efficacy, conditioning, and ecological and health aspects. The careful selection of natural ingredients not only promotes specific benefits for the hair but also reinforces the commitment to sustainability.

Keywords: Shampoo. Phytocosmetic. Sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 11
3 OBJETIVOS 14
3.1 Objetivo geral 14
3.2 Objetivo específico 14
4 METODOLOGIA 15
4.1 Formulação 15
4.2 Escolha do *shampoo* comercial 16
4.3 Avaliação visual 16
4.4 Densidade 17
4.5 Determinação do pH 17
4.6 Conteúdo sólido 17
4.7 Avaliação reológica 18
4.8 Dispersão de sujeira 18
4.9 Ação de limpeza 19
4.10 Capacidade de formação de espuma e sua estabilidade 19
4.11 Desempenho do condicionamento 19
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 21
5.1 Formulação 21
5.2 *Shampoo* comercial 24
5.3 Avaliação visual 26
5.4 Densidade 28
5.5 Determinação do pH 29
5.6 Conteúdo sólido 30
5.7 Avaliação reológica 31
5.8 Dispersão de sujeira 32
5.9 Ação de limpeza 33
5.10 Capacidade de formação de espuma e sua estabilidade 34
5.11 Desempenho do condicionamento 35
6 CONCLUSÃO 38
REFERÊNCIAS 40

1 INTRODUÇÃO

É evidente que o mercado de cosméticos no Brasil experimentou um notável crescimento nos últimos anos. De acordo com pesquisas realizadas pela NielsenIQ/Ebit no primeiro semestre de 2022, o mercado de cosméticos no Brasil registrou um aumento de 24% em comparação com o ano anterior. Em 2021, as estatísticas revelaram que o Brasil se posicionou como o terceiro maior mercado global em termos de despesas com produtos de beleza e cuidados pessoais (SEBRAE, 2022).

O mercado global de produtos relacionados à beleza e cuidados pessoais atingiu uma estimativa de US$ 518,56 bilhões em 2022 e com potencial de crescimento a uma taxa anual de 7,7% até 2030. Essa significativa expansão do mercado de cosméticos no país revela o interesse dos consumidores por produtos de cuidados pessoais, como produtos para pele, maquiagem e produtos capilares, que é tendência entre a geração dos millenials como aponta o relatório da Grand View Research (2021).

Com a crescente conscientização sobre saúde e sustentabilidade, o interesse por produtos naturais está em ascensão em todo o mundo. Isso tem impulsionado as empresas do setor de cosméticos a desenvolver produtos mais saudáveis e ecologicamente conscientes. Segundo o British Beauty Council (2020), as projeções indicam que o mercado global de beleza natural continuará a crescer, estimando-se que atingirá um valor de £ 17 bilhões, cerca de R$ 104 bilhões, até 2024**.**

Essa tendência em direção a produtos naturais e sustentáveis reflete a demanda dos consumidores por opções mais seguras e ecologicamente responsáveis. Os cosméticos naturais, em particular, têm ganhado destaque devido à sua associação com ingredientes a base de plantas e formulações menos químicas. Este contexto de rápido crescimento e evolução do mercado de beleza natural fornece uma base sólida e relevante para a pesquisa em andamento, que se concentra no desenvolvimento e avaliação de um *shampoo* fitocosmético, substituindo substâncias artificiais prejudiciais na composição do *shampoo* por ingredientes naturais seguros. Além disso, busca-se realizar uma análise comparativa entre este *shampoo* desenvolvido e um *shampoo* comercial disponível no mercado.

Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo analisar a viabilidade e eficácia de um *shampoo* fitocosmético desenvolvido com ingredientes naturais em

comparação com um *shampoo* comercial disponível no mercado. A pesquisa visa avaliar a eficácia de limpeza e qualidade dos produtos, mas também as preferências e percepções dos consumidores em relação a essas duas formulações. Busca-se entender melhor como a crescente demanda por produtos naturais e sustentáveis está influenciando as escolhas dos consumidores no mercado de cosméticos e identificar oportunidades para inovação e desenvolvimento de produtos mais alinhados com essas tendências emergentes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os cabelos sempre foram essenciais para realçar a beleza humana. Desde tempos remotos, as pessoas têm usado plantas e ervas para limpar, melhorar a aparência e cuidar dos cabelos (MITHAL et al., 2002). O cabelo é importante para a aparência corporal e serve como um indicador de saúde. Pesquisas na área da ciência capilar e nos cuidados com os cabelos têm buscado inovações e estratégias para tratamentos capilares e produtos de beleza (GUBITOSA et al., 2019).

Os *shampoos* são cosméticos destinados a eliminar o acúmulo de sebo que se encontram na superfície do cabelo e do couro cabeludo. A função principal de um *shampoo* é agir como um agente de limpeza ou detergente (AGHEL et al., 2007). Ao longo do tempo, o *shampoo* deixou de ser considerado um produto de beleza apenas para limpeza, mas também desempenha um papel vital na manutenção da saúde e beleza dos cabelos, proporcionando brilho e melhorando sua maleabilidade (GUBITOSA et al., 2019).

O *shampoo* precisa manter o equilíbrio natural dos componentes essenciais do cabelo, realçando seu brilho para aprimorar sua beleza e melhorar sua atratividade estética. O processo de limpeza deve ser suave, facilitando a remoção do produto durante o enxágue com água. Deve gerar uma quantidade adequada de espuma para atender às expectativas dos usuários, embora a presença de espuma não seja um indicativo de limpeza. É importante que o *shampoo* seja atóxico e não irritante para o cabelo e o couro cabeludo, evitando qualquer efeito adverso ou irritação na pele e nos olhos (JAYA et al., 2013 apud GUBITOSA et al., 2019).

O universo dos *shampoos* é vasto e diversificado, abrangendo uma ampla gama de formulações e apresentações físicas incluindo líquidos, géis, sólidos e pós (LUZ, 2018). A formulação básica de um *shampoo* engloba água, tensoativos (detergentes), agentes condicionantes, espessantes, modificadores de textura, conservantes e fragrância. Sendo os tensoativos que desempenham a principal função, que é a de remoção da sujeira (BAPTISTA et al., 2016).

Apesar da prática de usar substâncias para realçar a beleza existir há muito tempo, o avanço social e científico do século XX contribuiu significativamente para mudar a percepção da beleza, tornando-a uma necessidade mais premente. Isso se refletiu diretamente em melhorias na produção de cosméticos, especialmente no que diz respeito às matérias-primas e embalagens. Paralelo a isso, a conscientização

sobre o impacto ambiental causado pelas atividades humanas e a subsequente preocupação com um estilo de vida sustentável deram origem a um novo tipo de consumidor, conhecido como "consumidor verde" (ANDREOLLI et al., 2020).

Alguns consumidores costumam expressar insatisfação em relação a diferentes marcas de *shampoo*, relatando problemas como irritação no couro cabeludo, queda de cabelo e danos sérios aos fios. Grande parte dos *shampoos* encontrados no mercado contém uma carga significativa de produtos químicos que podem representar ameaças à pele e à saúde. A falta de conhecimento sobre os efeitos secundários ligados a esses ingredientes sintéticos prejudiciais é comum entre as pessoas (ARORA et al., 2011).

Dado que o couro cabeludo é altamente permeável, absorvendo substâncias facilmente, os produtos cosméticos, incluindo *shampoos*, têm acesso direto à corrente sanguínea quando aplicados. Portanto, compreender os efeitos dos ingredientes presentes nas formulações de *shampoos* é de extrema importância (ARORA et al., 2011). A seguir é listado alguns dos componentes sintéticos nocivos comuns encontrados nos *shampoos* e seus efeitos:

- Sulfatos**:** são usados principalmente como tensoativos, segundo a engenheira química e consultora Sonia Corazza (2014) eles são responsáveis pelo ressecamento e perda das propriedades naturais dos fios (elasticidade, resistência e brilho), por conta do seu poder de limpeza além do necessário. A indústria vem sendo desafiada a substituir os tensoativos de origem sulfatada, que agridem a pele e o couro cabeludo, em especial o lauril éter sulfato de sódio que é o principal utilizado no mercado (SANTOS et al., 2022).
- Parabenos: são componentes químicos usados como conservantes. Pesquisas indicam que a exposição prolongada pode resultar em diversos problemas de saúde, especialmente relacionados a disfunções endócrinas em crianças e bebês. Além disso, impacta os sistemas reprodutivos, imunológicos e neurológicos, causando irritações na pele e aumentando o risco de câncer, com ênfase no câncer de mama (RUIZ et al., 2021).
- Polietilenoglicol (PEGs): Segundo a empresa 3, 2, 1 Beauty (2021) são componentes originados do petróleo empregados como espessantes. O problema principal surge durante sua produção, em alguns casos é

possível que haja um subproduto chamado dioxane, substância cancerígena. Ademais é prejudicial ao organismo em uso excessivo, essa substância também impacta o meio ambiente tanto durante a produção quanto após o consumo.

- Triclosan: é usado como agente antimicrobiano, o qual interfere no equilíbrio da tireoide e pode estar relacionado a problemas no desenvolvimento neurológico, distúrbios metabólicos, cardiotoxicidade e um maior risco de câncer (MILANOVIĆ et al., 2023).

Além disso, Mithal et al. (2002) ressaltam que boa parte do mercado de cosméticos encontra-se dominado por substâncias artificiais, porém uma crescente conscientização sobre os danos que esses produtos químicos podem causar nos cabelos, na pele e nos olhos, leva as pessoas a se interessarem mais por produtos feitos à base de ervas, por serem mais acessíveis financeiramente e apresentam efeitos colaterais mínimos.

Com a crescente demanda por produtos naturais, a indústria cosmética enfrenta desafios na pesquisa de ingredientes naturais e no desenvolvimento de novas técnicas para criar *shampoos* multifuncionais (GUBITOSA et al., 2019). Criar produtos de beleza utilizando exclusivamente ingredientes naturais é um processo complexo. A dificuldade reside em escolher os materiais que possam ser racionalmente considerados como "naturais" e combiná-los de modo a desenvolver cosméticos que possuam uma eficácia comparável à dos produtos sintéticos (MANIKER et al., 2001).

De modo geral, os cosméticos naturais são reconhecidos por conterem, pelo menos, um componente derivado de substância natural, extraído diretamente de plantas. Não há, porém, um teor mínimo legal de ingredientes derivados de produtos naturais que defina especificamente essa caracterização (ROMERO et al., 2018). Por outro lado, a definição de cosméticos veganos, amplamente aceita pela maioria das entidades regulatórias, refere-se a produtos que não foram testados em animais e que não contêm matérias-primas de origem animal ou que tenham sido submetidas a testes em animais (MENDONÇA et al., 2023).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo geral formular e desenvolver um *shampoo* fitocosmético avaliando sua eficácia e qualidade em comparação com *shampoos* comerciais, por meio de análises físico-químicas, sensoriais e de desempenho, visando identificar suas propriedades, vantagens e possíveis limitações.

3.2 Objetivo específico

- Formular e desenvolver *shampoos* fitocosmético;
- Realizar análises para avaliação dos *shampoos* desenvolvidos;
- Realizar testes utilizando o *shampoo* comercial comparando com os *shampoo*s desenvolvidos.

4 METODOLOGIA

4.1 Formulação

Os *shampoos* fitocosmético foram preparados seguindo as orientações do dossiê técnico de fabricação de produtos de higiene pessoal. Diversas substâncias naturais foram selecionadas visando a maior estabilidade do *shampoo* e maiores benefícios para o cabelo. Foram desenvolvidas duas formulações diferenciadas apenas pelo tensoativo principal. A Tabela 1 e 2 mostram as matérias-primas escolhidas e suas respectivas porcentagens.

Tabela 1- *Shampoo* natural formulação 1

Materiais	**Porcentagem**
Ácido cítrico	qs
Água destilada	67,5%
Alquilpoliglucosídeo	5%
Coco-glucoside	12%
Essência de Jabuticaba	qs
Extrato de glicerina Aloe Vera	10%
Extrato seco de Jabuticaba	3%
Hidroxietilcelulose	1%
Lexgard	1,5%

Tabela 2- *Shampoo* natural formulação 2

Materiais	**Porcentagem**
Ácido cítrico	qs
Água destilada	67,5%
Alquilpoliglucosídeo	5%
Essência de Jabuticaba	qs
Extrato de glicerina Aloe Vera	10%
Extrato seco de Jabuticaba	3%
Hidroxietilcelulose	1%
Lauril Poliglucosideo	12%
Lexgard	1,5%

Inicialmente, o processo envolveu a manipulação do Lexgard, que atua como conservante, até a temperatura de 40 ºC. Em seguida, adicionou-se os extratos e a essência. Nesse momento, foi fundamental a adição de cada produto garantindo completa homogeneização para prosseguir com a inserção das demais substâncias. Posteriormente, foi adicionado o tensoativo principal coco-glucoside na formulação 1 e o lauril poliglucosideo (Plantacare 1200) na formulação 2. Após a completa dissolução adicionou-se o co-tensoativo alquilpoliglucosídeo à mistura. A água foi adicionada gradualmente, agitando-se vigorosamente a mistura para garantir a completa dispersão dos componentes. Foi verificado o pH da mistura com o pHmetro da marca AKSO e algumas gotas de ácido cítrico foram acrescentadas para obter pH de 5,5. Em seguida, o hidroxietilcelulose (Natrosol) foi incorporado aos poucos até a obtenção de uma mistura homogeneizada. Em seguida, a amostra foi deixada em repouso por 24 h para garantir a estabilidade do *shampoo*.

4.2 Escolha do *shampoo* comercial

Foi escolhido um *shampoo* disponível em supermercados e de marca popular. Ao optar por um produto encontrado facilmente em estabelecimentos acessíveis ao público em geral, estamos selecionando uma amostra que reflete o mercado de consumo em massa, permitindo explorar um produto que tem uma base de usuários vasta e diversificada.

Não será mencionada a marca específica do *shampoo*, para que se mantenha o foco nas características e propriedades do produto em si, garantindo uma análise imparcial e objetiva.

4.3 Avaliação visual

Analisar as características organolépticas de um cosmético é um procedimento simples, porém essencial para a qualidade e para o conforto do consumidor. Alterações na formulação muitas vezes resultam em mudanças na cor e no odor, causando o desagrado do consumidor. Levando em consideração a importância a aparência física o *shampoo* formulado e o comercial foram analisados em termos de transparência, coloração e aroma, seguindo a metodologia de Aghel (2007).

4.4 Densidade

Para a determinação da densidade foi utilizado o método do picnômetro, que indica a densidade relativa em relação à água. Primeiro, pesou-se o picnômetro de 25 ml (Tech Vision) vazio, em seguida, o recipiente foi preenchido com *shampoo* e, por fim, pesou-se novamente. A diferença entre as duas medidas demostra a massa do *shampoo* contida no recipiente. Por meio do princípio de Arquimedes (1) é possível determinar a densidade do *shampoo*.

$$\rho = m/V \quad (1)$$

A determinação da densidade de um *shampoo* é importante, pois evidencia a perda de ingredientes voláteis ou a incorporação de ar (PEREIRA et al., 2020).

4.5 Determinação do pH

O pH em *shampoos* auxilia não só na higienização dos fios, mas também ajuda a aprimorar suas características, reduzir desconfortos nos olhos, mantendo a saúde do couro cabeludo em equilíbrio ambiental (GRIFFIN et al., 1977).

Uma mistura contendo 10% de *shampoo* foi preparada em água destilada e o pH dessa solução foi determinado por meio de um medidor de pH (AKSO) devidamente calibrado (MAINKAR et al., 2000).

Segundo Gindri (2012) em condições ideais, o pH do cabelo está naturalmente entre 4 e 5. No entanto, o uso de certos tipos de *shampoos* pode alterar esse pH causando mudanças na estrutura do cabelo. É recomendado que os *shampoos* de uso diário tenham um pH na faixa de 5 a 7. Quanto maior o pH do *shampoo* mais profundamente se abrirão as cutículas. Um *shampoo* ideal apresenta características levemente ácidas (apud SALES et al., 2021).

4.6 Conteúdo sólido

Foram depositados 2 g de *shampoo* em um prato evaporador limpo, seco e pesado. Em seguida, o prato contendo o *shampoo* foi novamente pesado para confirmar a quantidade em massa do *shampoo.* A parte líquida do *shampoo* foi removida através da evaporação ao colocar o prato de evaporação em uma placa quente. Com isso calculou-se o peso e, consequentemente, a porcentagem do

conteúdo sólido do *shampoo* que permaneceu após a secagem completa (AL BADI et al., 2014).

4.7 Avaliação reológica

Para determinar a viscosidade foi aplicado o método de Stokes, uma esfera foi solta dentro de um tubo transparente vertical contendo o *shampoo*. À medida que cai, a esfera é retardada pela resistência do fluido, marcações de nível no tubo permitem medir o tempo que a esfera leva para atingir uma velocidade constante. Foi medido o diâmetro da esfera para os cálculos do volume (2) e verificado o peso, com isso foi possível determinar a densidade da esfera.

$$V= 4.\pi.r^3/3 \quad (2)$$

A distância percorrida pela esfera, na queda livre, dividido pelo tempo que ela levou para fazer esse percurso é a velocidade terminal (3).

$$\nu= h/\Delta_t \quad (3)$$

O coeficiente de viscosidade em Pa.s é dado pela equação (4).

$$\mu= P_{esf} -(\rho_{esf}.g.V) /6.\nu. \pi.r \quad (4)$$

O dossiê técnico de fabricação de produtos de higiene pessoal (2021) destaca a importância da viscosidade como um parâmetro na formulação de *shampoos* sendo recomendável que a viscosidade esteja entre 1000 e 3000 cP. Durante o estudo, a temperatura e o tamanho do recipiente da amostra foram mantidos constantes.

4.8 Dispersão de sujeira

Seguindo a metodologia de Sharma et al. (2011) foram adicionadas duas gotas de *shampoo* em um tubo de ensaio grande contendo 10 ml de água destilada. Em seguida, uma gota de tinta nanquim foi adicionada; o tubo de ensaio foi fechado com a tampa e agitado dez vezes. A quantidade de tinta presente na espuma foi avaliada e classificada como Nenhuma, Leve, Moderada ou Pesada. Este é um fator importante para determinar a eficácia de limpeza do *shampoo*, uma vez que shampoos de baixa qualidade concentram a sujeira em sua espuma, tornando-a difícil de enxaguar e podendo resultar na deposição da sujeira nos cabelos durante o enxágue.

4.9 Ação de limpeza

Baseado na metodologia de Sharma (2002) colocou-se 2,5 g de fio de lã no óleo. Em seguida, o fio foi mergulhado em 100 ml de água contendo 0,5 g de *shampoo* dentro de um recipiente. Nesse momento, a temperatura da água foi mantida a 35°C. O frasco foi agitado por 4 minutos a uma velocidade constante.

A solução foi drenada e a amostra retirada, seca e pesada. A partir das informações coletadas, determinou-se a quantidade de graxa removida aplicando a equação (5).

$$DP = 100(1-T/C) \quad (5)$$

Na equação (5), DP representa a porcentagem do poder de detergência, C é a quantidade de sebo na amostra de controle e T é a quantidade de sebo na amostra de teste.

4.10 Capacidade de formação de espuma e sua estabilidade

Utilizando o método de agitação do cilindro, avaliou-se a capacidade de formação de espuma. Para isso, 50 ml de uma solução de *shampoo* a 1% foi colocado em um cilindro graduado de 250 ml, o qual foi coberto com a mão e agitado por 10 vezes. Os volumes totais da espuma formada após 1 minuto de agitação foram registrados. O volume de espuma foi calculado a partir desses registros. Logo após a agitação, o volume de espuma foi registrado em intervalos de 1 minuto ao longo de 4 minutos (SEKAR et al., 2016).

4.11 Desempenho do condicionamento

Quatro pedaços de mechas de cabelo foram utilizados para a realização deste teste. Uma mecha não lavada foi utilizada como controle. As outras três mechas foram lavadas com o *shampoo* formulação 1*, shampoo* formulação 2 e a outra com o *shampoo* comercial. Em cada ciclo, cada mecha foi agitada com uma mistura de 10 g de *shampoo* e 15 g de água em um frasco por 2 minutos e depois enxaguada. Em seguida, cada mecha foi deixada para secar ao ar em temperatura ambiente. As mechas foram lavadas por até dez ciclos (AL BADI et al., 2014).

Convidados voluntários avaliaram o desempenho do condicionamento, ou seja, a suavidade e maciez, das mechas. Todos os participantes foram solicitados a tocar e avaliar as mechas quanto ao desempenho do condicionamento. Para atribuir a pontuação, eles foram instruídos a avaliar o desempenho do condicionamento das mechas após o contato, usando 4 níveis de satisfação: excelência (pontuação = 4), bom (pontuação = 3), regular (pontuação = 2) e fraco (pontuação = 1) (BOONME et al., 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Formulação

Todos os compostos do *shampoo* foram selecionados visando garantir a estabilidade do produto e o máximo aproveitamento dos benefícios que cada ingrediente natural pode oferecer. Em consonância com a proposta do trabalho, todas as substâncias utilizadas são de origem natural, alinhando-se assim a sustentabilidade e ao respeito ao meio ambiente, além de garantir a minimização de potenciais efeitos adversos associados ao uso de substâncias sintéticas.

A escolha da jabuticaba para o desenvolvimento do *shampoo* foi motivada por sua composição nutricional, propriedades antioxidantes e por ser uma fruta emblemática brasileira, enriquecendo assim a experiência dos consumidores com um produto que valoriza a saúde e o patrimônio natural do país (MOREIRA et al., 2021). A jabuticaba é rica em uma variedade de vitaminas, incluindo vitamina C, E, B9, B3, B1 e B2, e possui uma gama de minerais como potássio, cálcio, magnésio, ferro, fósforo, cobre, manganês e zinco. A antocianina presente em sua casca tem sido associada à proteção contra os danos causados pelos radicais livres, contribuindo para a saúde da pele e do cabelo, além de demonstrar potenciais efeitos anticancerígenos e anti-inflamatórios. O extrato seco solúvel também atua como corante, por conta da alta capacidade de coloração do pigmento antocianina (Ficha Técnica Engenharia das Essências, 2024). Utilizar o extrato de jabuticaba proporciona um *shampoo* com ativos importantes para o cabelo e uma coloração que agrada o consumidor, ressaltar sua origem brasileira valoriza as riquezas naturais do país.

A Aloe Vera, mais conhecida como babosa, é amplamente empregada em formulações cosméticas devido à sua capacidade hidratante, proporcionando umectação intensa ao produto (FONSECA et al., 2015). Michalun et al. (2011) aponta em seu trabalho que a Aloe Vera possui função emoliente, formadora de filme e com propriedades hidratantes, amaciantes, curativas, antimicrobianas e anti-inflamatórias (apud Nakagami et al., 2020). Com isso, espera-se que o *shampoo*, contendo Aloe Vera proporcione limpeza eficaz, uma experiência revitalizante e nutritiva para os cabelos, contribuindo para sua saúde e beleza.

A presença de Lexgard no *shampoo* está relacionado com a preservação do produto. Este sistema conservante, derivado de componentes naturais como o glycenil

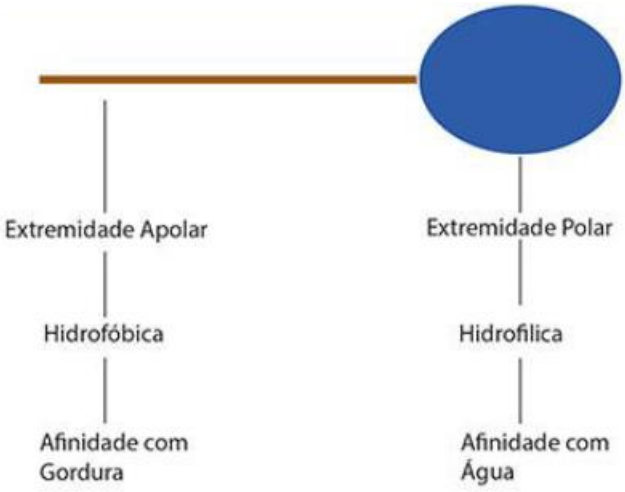
caprylate e o glyceril undecylenate, oferece uma defesa eficaz contra bactérias, leveduras e fungos (Ficha Técnica Engenharia das Essências, 2024). Sua ação bioestática garante que o shampoo permaneça seguro para uso, prolongando sua vida útil e mantendo sua qualidade.

O polímero hidroxietilcelulose, derivado da reação da celulose com óxido de eteno, confere estabilização da consistência das emulsões devido sua natureza não iônica. Ao aumentar a viscosidade do produto, a hidroxietilcelulose ajuda a manter a textura desejada do *shampoo* sem comprometer suas características originais (Ficha Técnica Engenharia das Essências, 2024). Isso garante uma experiência de uso consistente e agradável para os consumidores, além de facilitar a aplicação e a distribuição uniforme do produto nos cabelos.

Foi utilizado uma solução 20% de ácido cítrico, para atuar como um controlador de acidez, ajustando o pH para um nível adequado que seja suave para o couro cabeludo e os cabelos. A água é o veículo essencial na formulação do *shampoo*, funcionando como o solvente principal que dissolve os ingredientes ativos e os dispersa de forma uniforme na mistura.

Os tensoativos, também chamados de surfactantes, são compostos que possuem uma estrutura molecular contendo uma parte polar, com afinidade pela água, e uma parte apolar, que se relaciona com substâncias oleosas (Figura 1). Sua função principal é atuar como mediador entre substâncias que normalmente não se misturariam, reduzindo a tensão superficial. Quando um surfactante é introduzido na água, suas partes hidrofílicas se orientam para a água, enquanto as partes lipofílicas se dirigem para as substâncias oleosas, formando estruturas chamadas micelas. Essa interação altera a tensão superficial em ambos os meios, permitindo que eles se misturem de forma mais eficiente (MORAES, 2013 apud BAPTISTA et al., 2016). Eles são componentes essenciais nos *shampoos*, responsáveis pela capacidade de limpeza e formação de espuma do produto. Ao criar duas formulações de *shampoo* com variações nos tensoativos principais é possível avaliar como diferentes tipos afetam as propriedades físico-químicas do produto, realizando essa comparação entende-se melhor as preferências dos consumidores em relação a diferentes tipos de produtos capilares, otimizando a qualidade e a performance do produto final.

Figura 1- Estrutura simplificada de um tensoativo

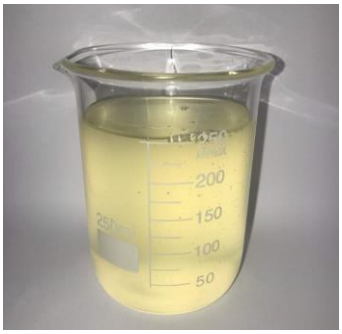


Fonte: Baptista et al., 2016

Na formulação 1 foi utilizado como tensoativo principal o coco-glucoside, este um tensoativo não iônico, líquido e sendo levemente amarelado (Figura 2).

Ele é de origem vegetal e oferece um equilíbrio harmonioso entre a quantidade de espuma produzida e suas excelentes características dermatológicas (Ficha Técnica Engenharia das Essências, 2024). O lauril poliglucosideo (Plantacare 1200) foi utilizado na formulação 2, ele é um tensoativo verde não iônico, de aparência pastosa amarelo claro (Figura 3). Demonstra notável afinidade com a pele, reduzindo a irritação causada por tensoativos agressivos, ao mesmo tempo que oferece uma espuma de alta qualidade e uma limpeza suave e delicada (Ficha Técnica Engenharia das Essências, 2024). Como co-tensoativo foi utilizado o tensoativo não iônico alquipoliglucosídeo por ser voltada para a cosmética verde, possuir propriedades de limpeza e por conferir brilho aos fios de cabelo.

Figura 2- Coco-glucoside



Fonte: Engenharia das Essências, 2024

Figura 3- Plantacare 1200

Fonte: Engenharia das Essências, 2024

5.2 *Shampoo* comercial

Na Tabela 3 observa-se a composição do *shampoo* comercial, por ordem decrescente de quantidade, e a função que cada componente exerce.

É comum a presença do lauril éter sulfato de sódio (LESS) nas formulações de *shampoos*, no entanto esses tensoativos “sulfatados” podem causar danos ao couro cabeludo e aos fios, incluindo enfraquecimento capilar e dermatites de origem alérgica (BAPTISTA et al., 2016).

Ishchenko et al. (2017) realizaram um estudo sobre o impacto ambiental dos *shampoos* nos organismos vivos, usando a alga *Chlorella* como indicador biológico. Dentre as substâncias nocivas estão: cocoamidopropril betaína, lauril éter sulfato de sódio e benzoato de sódio. Mesmo pequenas concentrações do *shampoo* na água resultam na perda quase completa de zooplâncton, fitoplâncton e bacterioplâncton em um curto período.

O EDTA não é considerado nocivo para os seres humanos, com poucos casos de reações alérgicas relatadas. No entanto, sua persistência no meio ambiente o torna prejudicial para os ecossistemas aquáticos, ou seja, não é biodegradável. Sua capacidade de se ligar a íons metálicos também pode afetar negativamente a vida marinha e os processos naturais nos ecossistemas (L´Oréal, 2024).

Existem algumas preocupações levantadas sobre a segurança do PEG-45. Embora seja geralmente considerado seguro em pequenas doses, há relatos de possível toxicidade devido à formação de 1,4-dioxano durante o processo de fabricação. É válido ressaltar que, apesar de ser geralmente adequado para todos os

tipos de pele e cabelo, é recomendável realizar um teste de adesivo antes do uso completo para identificar eventuais reações adversas (Special Chem, 2024).

Tabela 3- Ingredientes *shampoo* comercial

Componente	**Função**
Água	Veículo
Lauril éter sulfato de sódio	Tensoativo
Cocomidopropril betaína	Tensoativo
Glicerina	Umectante
Fragância	Conferir odor
Dimethiconol	Emoliente
Cloreto de sódio	Espessante
Benzoato de sódio	Conservante
Diestearato de etilenoglicol	Agente perolizante
Carbômero	Espessante, estabiliza base perolada
Cocamide MEA	Espessante e agente gelificante
Cloreto de guar hidroxipropiltrimônio	Agente antiestático
Mica	Confere brilho e cor
Ácido cítrico	Regulador de pH
EDTA dissódico	Agente quelante
Hidróxido de sódio	Tamponamento
Dióxido de titânio	Fotoprotetor e corante
PEG-45M	Emulsificante e umectante
Gluconolactona	Umectante
Óleo de semente de jojoba	Umectante e emoliente
Sulfato de sódio	Espessante
Extrato de fruta de persea gratissima	Emoliente
Alpha-isomethyl ionone	Conferir odor
Salicilato de benzilo	Conferir odor
Geraniol	Conferir odor
Limoneno	Conferir odor
Linalol	Conferir odor

O Comitê Científico de Segurança do Consumidor da União Europeia (SCCS) compilou uma lista dos nomes das fragrâncias identificadas como alérgenos para a pele. Essa lista inclui: alpha-isomethyl ionone, salicilato de benzilo, geraniol, limoneno e linalol.

Com base nas evidências apresentadas, a formulação de *shampoo*, embora seja uma prática comum, pode ter impactos negativos no indivíduo e no meio ambiente. Observa-se uma crescente conscientização por parte dos consumidores, que vem buscando por produtos *sulfate-free* e formulados com ingredientes mais naturais e suaves, refletindo uma preocupação crescente com a saúde pessoal e com o ecossistema.

5.3 Avaliação visual

A Tabela 4 apresenta os resultados da avaliação visual de cada *shampoo.*

Tabela 4- Avaliação visual dos *shampoos*

	Formulação 1	**Formulação 2**	**Comercial**
Cor	Vermelho	Rosa pastel	Branco perolado
Transparência	Opaco	Opaco	Opaco
Odor	Jabuticaba	Jabuticaba	Frutas

Os resultados da avaliação visual dos *shampoos* formulados revelam diferença em relação a cor, enquanto a transparência e o odor permanecem o mesmo para ambos. A Formulação 1 (Figura 4) apresenta cor vermelha, enquanto a Formulação 2 (Figura 5) possui uma cor rosa pastel, essa diferença na cor pode ser atribuída aos tensoativos utilizados em cada formulação. O coco-glucoside por ser mais líquido e transparente não alterou a coloração proveniente do extrato seco de jabuticaba, que tem tonalidade vermelho forte, já o Plantacare 1200 presente na Formulação 2 tem aspecto pastoso opaco branco, transformando a coloração vermelha em rosa claro.

Figura 4- *Shampoo* formulação 1

Fonte: elaboração própria

Figura 5- *Shampoo* formulação 2

Fonte: elaboração própria

Ambas as formulações apresentam opacidade, sugerindo que outros componentes, além do tensoativo principal, nas formulações podem estar influenciando essa característica. O odor nos dois formulados é identificado como um aroma agradável de jabuticaba, isso indica que o aroma desejado foi alcançado com sucesso, independentemente do tensoativo principal utilizado.

O *shampoo* comercial (Figura 6) apresenta cor branca perolada, o diestearato de etilenoglicol é o agente que confere essa aparência perolada ao produto. O aroma do *shampoo* é descrito como furtas, é interessante notar que, apesar da presença de óleo de jojoba e extrato de abacate na formulação, não é possível identificar esses aromas específicos, isso indica que o aroma frutado é predominantemente artificial, derivado de fragrâncias sintéticas.

Figura 6- *Shampoo* comercial

Fonte: elaboração própria

5.4 Densidade

A Tabela 5 apresenta os resultados do cálculo da densidade para o *shampoo* comercial, Formulação 1 e Formulação 2, respectivamente.

Tabela 5- Densidades (g/cm^3) dos *shampoo*s

Amostra	Comercial	Formulação 1	Formulação 2
1	1,0484	1,06824	1,05308
2	1,05428	1,06788	1,06548
3	1,04552	1,0608	1,01456
4	1,04552	1,06712	1,03924
5	1,04996	1,04048	1,05172
Média	1,048736	1,060904	1,044816
Desvio padrão	0,003641	0,011813877	0,019296872

A densidade é uma medida importante na indústria de cosméticos, por ser um indicador de qualidade e consistência do produto. Analisando os resultados, observa-se que todos os *shampoos* testados apresentam densidades média próximas ao valor esperado na literatura para shampoos, que gira em torno de 1 $g.cm^{-3}$. Os desvios relativamente baixos indicam uma consistência satisfatória dentro de cada grupo de amostras.

5.5 Determinação do pH

Shampoos com pH muito alto ou muito baixo podem danificar as proteínas do cabelo, levando a problemas como fragilidade, pontas duplas e até mesmo queda de cabelo. Uma abordagem atual para reduzir danos aos cabelos causados pelo uso de *shampoo* é desenvolver produtos com um pH mais baixo. A diminuição do pH, resultando em uma acidez leve, ajuda a fechar as cutículas do cabelo, prevenindo inchaço e promovendo um acabamento brilhante. Recomenda-se que o *shampoo* tenha pH entre 5 e 7 (UNICAMP, 2019; VIJAYALAKSHMI et al., 2018).

Tabela 6- Resultado pH

Amostra	Comercial	Formulação 1	Formulação 2
1	4,6	6,2	6,1
2	4,5	6,2	6
3	4,6	6,2	6,1
4	4,6	6,1	6
5	4,6	6,2	6,1
Média	4,58	6,18	6,06
Desvio padrão	0,044721	0,04472136	0,054772256

Analisando os resultados (Tabela 6), observa-se que o *shampoo* comercial apresentou pH médio de 4,58, que está abaixo do intervalo recomendado na literatura. Isso sugere uma acidez relativamente alta, o que pode potencialmente causar

preocupações com danos aos cabelos, especialmente se usado regularmente a longo prazo.

Por outro lado, as formulações 1 e 2 demonstraram pH de 6,18 e 6,06, respectivamente, valores dentro do intervalo recomendado, indicando uma acidez leve e mais adequada para a saúde dos cabelos. É notável que todos os *shampoos* apresentaram um desvio padrão baixo, sugerindo pouca variação na medição do pH entre as amostras testadas.

Observa-se que houve um aumento do pH nos *shampoos* formulados, pois quando preparados corrigiu-se o pH para 5,5 antes de inserir o espessante Natrosol. Uma possível explicação é que o Natrosol, que tem pH de 6,9, possa ter contribuído para o aumento no pH, por ter sido adicionado posteriormente ao regulador de acidez, outra possibilidade é a interação entre os ingredientes ao longo do tempo podendo resultar em mudanças no pH.

5.6 Conteúdo sólido

Os *shampoos* costumam conter entre 20% e 30% de sólidos em sua composição, o que os torna fáceis de aplicar e enxaguar os cabelos. Se houver uma quantidade insuficiente de sólidos, o *shampoo* será muito líquido e se dissipará rapidamente. Porém, uma concentração excessiva de sólidos pode tornar o *shampoo* difícil de aplicar nos cabelos ou muito difícil de remover durante o enxágue (AL BADI et al., 2014).

A Tabela 7 apresenta o conteúdo sólido dos *shampoos* testados. Observa-se que o *shampoo* comercial apresentou teor de sólidos de 22%, o que é dentro do intervalo esperado. As formulações 1 e 2 demonstraram conteúdo sólido de 18%, o que está ligeiramente abaixo do intervalo previsto, sendo um ponto de melhoria a ser considerado, visando a melhor concentração de sólidos, para garantir a eficácia e a praticidade do produto.

Importante notar que os *shampoos* apresentaram baixo desvio padrão, ou seja, há pouca variabilidade nos dados, o que sugere uniformidade nas amostras testadas.

Tabela 7- Resultado conteúdo sólido (%)

Amostra	Comercial	Formulação 1	Formulação 2
1	19%	19%	19%
2	23%	18%	18%
3	23%	18%	17%
4	26%	18%	18%
5	20%	19%	18%
Média	22%	18%	18%
Desvio padrão	0,027833	0,005261	0,006786

5.7 Avaliação reológica

A viscosidade do produto é importante para determinar e regular a estabilidade, aparência, facilidade de fluxo durante o uso, distribuição uniforme ao ser aplicado nos cabelos e consistência dentro da embalagem (MAINKAR et al., 2000).

Na Tabela 8 observa-se os resultados obtidos da viscosidade a partir do método de Stokes. De acordo com a literatura, a viscosidade ideal para shampoos está entre 1000 e 3000 centipoises (cP). Sabendo-se que 1 Pa.s é igual a 1.000 cP foi possível converter os resultados obtidos pelo método de Stokes para cada *shampoo*.

Tabela 8- Resultados avaliação reológica

Amostra	Comercial	Formulação 1	Formulação 2
1	3,390816	0,52302	0,402033291
2	3,537888	0,514446	0,418114623
3	3,725812	0,531594	0,361829962
Média (Pa.s)	3,551505	0,52302	0,3939926
Média (cP)	3551,505	523,020	393,993
Desvio padrão	0,167913	0,008574	0,028991033

Observa-se que o *shampoo* comercial apresentou uma viscosidade de 3551,505 cP. Esse valor está consideravelmente acima do intervalo recomendado, indicando uma viscosidade excessivamente alta para um *shampoo*, isso pode resultar em dificuldades durante a aplicação e enxágue do produto, afetando a experiência do usuário.

As formulações 1 e 2 demonstraram viscosidades médias de 523,02 cP e 393,993 cP, respectivamente. Ambos os valores estão abaixo do intervalo recomendado, sugerindo uma viscosidade muito baixa para um *shampoo*, podendo dificultar a aplicação do produto. Uma possível solução é a adição de mais de um regulador de viscosidade.

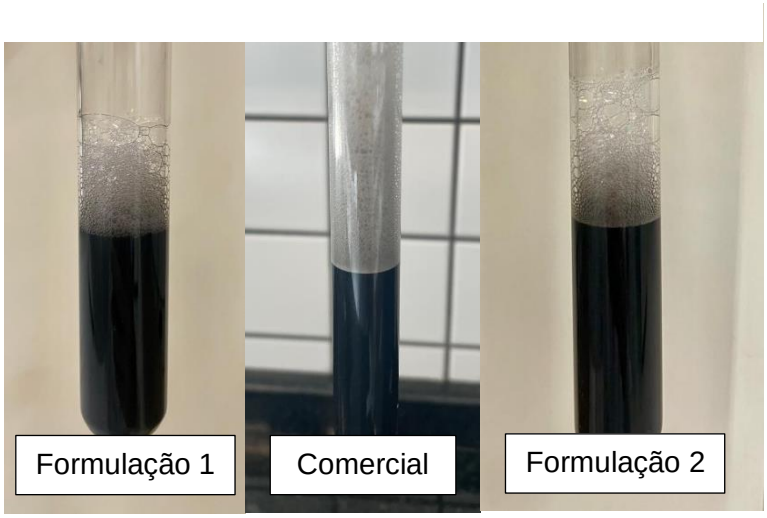
A diferença significativa de viscosidade entre as formulações 1 e 2 pode ser atribuída às propriedades individuais de cada tensoativo. É possível que o tensoativo principal utilizado na Formulação 1 tenha interagido de maneira mais eficaz com os outros componentes da formulação, resultando em uma viscosidade ligeiramente maior em comparação com a Formulação 2.

Quanto aos desvios padrão associados a cada resultado, observamos valores relativamente baixos em todos os casos, proporcionando uma confiabilidade nos resultados obtidos.

5.8 Dispersão de sujeira

Tanto o *shampoo* comercial quanto as formulações 1 e 2 (Figura 7) apresentaram uma dispersão de sujeira classificada como “Leve”, isso sugere que esses *shampoos* foram eficazes, concentrando a sujeira na porção de água, facilitando o enxágue e evitando a deposição de sujeira nos cabelos durante a lavagem, sendo um indicativo positivo da qualidade e eficácia.

Figura 7- Dispersão de sujeria



Fonte: elaboração própria

5.9 Ação de limpeza

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos a partir do teste de ação de limpeza realizado.

Tabela 9- Resultado ação de limpeza (%)

Amostra	Comercial	Formulação 1	Formulação 2
1	49%	42%	43%
2	37%	39%	36%
3	30%	34%	44%
4	31%	32%	43%
5	37%	28%	43%
Média	37%	35%	42%
Desvio padrão	0,0766309	0,0541180	0,0341730

O *shampoo* comercial apresentou uma eficácia de limpeza média de 37%, enquanto as formulações 1 e 2 obtiveram 35% e 42%, respectivamente. Os dados da

literatura indicam que os *shampoos* comerciais normalmente possuem entre 18% a 33% de eficácia de limpeza (SHARMA et al., 2011). Nesse sentido, nota-se que todos os shampoos estão acima do previsto, em destaque encontra-se a Formulação 2, que atingiu o maior valor de eficácia de limpeza, o que sugere uma capacidade superior de remover sujeira e resíduos dos cabelos.

O desvio padrão associado a cada resultado indica a precisão das medições, no caso dos *shampoos* analisados, observa-se desvios padrões relativamente baixos, sugerindo alta precisão nas medições da ação de limpeza.

A diferença de resultados entre as Formulações 1 e 2, pode estar relacionado com o maior tamanho de cadeia do Plantacare 1200 comparado com o coco-glucoside, melhorando a interação e o aspecto de limpeza.

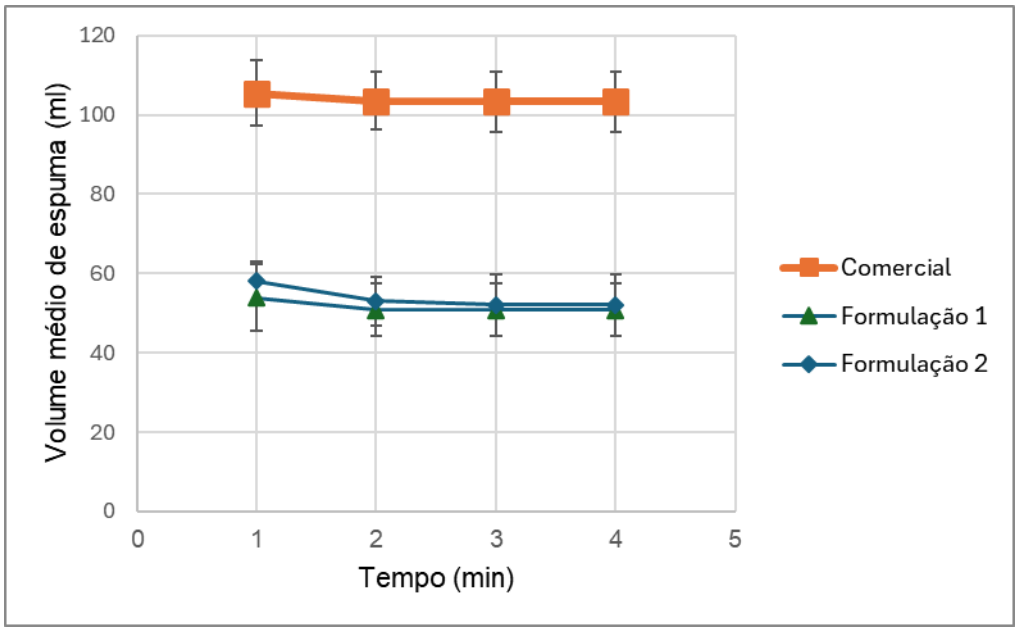
5.10 Capacidade de formação de espuma e sua estabilidade

A formação de espuma é importante para o consumidor, porém a eficiência de um *shampoo* não está necessariamente relacionada à quantidade de espuma que produz durante o uso. Muitos consumidores não estão cientes dessa noção, acreditando erroneamente que espuma abundante está diretamente ligada a uma limpeza profunda e completa. Na verdade, alguns ingredientes que promovem uma espuma densa podem até mesmo ser prejudiciais para o cabelo e couro cabeludo, como sulfatos agressivos (SHARMA et al., 2011). O Gráfico 1 apresenta os resultados obtidos do teste de capacidade de formação de espuma e sua estabilidade, sendo que os testes foram repetidos quatro vezes.

O *shampoo* comercial alcançou um volume médio máximo de espuma de 105,5 ml, estabilizando-se em cerca de 103,38 após 3 min. A Formulação 1 apresentou uma formação máxima média de espuma de 53,88 ml, estabilizando-se em torno de 50,75 após 2 min, enquanto a Formulação 2 atingiu um volume máximo médio de 58 ml, estabilizando-se em 52 ml após 3 min.

Mesmo com uma formação de espuma mais baixa, os *shampoos* formulados ainda podem ser eficazes na remoção de sujeira e resíduos dos cabelos, uma vez que a espuma não é um indicativo de limpeza.

Gráfico 1- Resultados formação e estabilidade de espuma



Uma possível explicação para os resultados baixos de formação de espuma nos shampoos formulados, é o tensoativo utilizado, nas duas formulações tanto o tensoativo principal quanto o co-tensoativo são não-iônicos, que tem propriedades diferentes dos tensoativos aniônicos frequentemente encontrados em shampoos comerciais. Os tensoativos não-iônicos tendem a produzir uma espuma menos abundante, mas ainda assim eficazes na limpeza dos cabelos. Para solucionar a baixa formação de espuma é recomendável que adicione tensoativos não-iônicos com aniônicos.

5.11 Desempenho do condicionamento

Embora a principal finalidade dos *shampoos* seja remover sujeira e oleosidade dos cabelos e do couro cabeludo, também se espera que proporcione outros benefícios, como aprimorar a condição capilar (BOONME et al., 2011).

Os resultados do desempenho de condicionamento dos três *shampoos* são apresentados na Tabela 10. Vale ressaltar que, apesar da forte coloração em ambos os formulados eles não deixaram resíduos nem nas mechas e nem nas mãos.

Tabela 10- Resultados desempenho de condicionamento (*n*=9)

Pontuação	Comercial	Formulação 1	Formulação 2
1	1	0	0
2	3	0	1
3	2	4	5
4	3	5	3
Média	2,8	3,6	3,2

A Formulação 1 alcançou a pontuação mais alta, com uma média de 3,6, indicando um desempenho melhor que as demais, a Formulação 2 também obteve uma pontuação favorável, com média de 3,2. O *shampoo* comercial teve a menor nota em comparação com os demais shampoos, com pontuação média de 2,8.

Uma possível explicação para a diferença de desempenho no condicionamento entre o *shampoo* comercial e as formulações preparadas é a presença de tensoativos de origem sulfatada no *shampoo* comercial. Esses tensoativos são comuns em shampoos comerciais, conhecidos por sua capacidade de limpeza eficaz, mas são potencialmente agressivos para os cabelos, podendo causar o ressecamento. As Figuras 8, 9, 10 apresentam o antes e o depois da lavagem dos cabelos com o *shampoo* comercial, Formulação 1 e Formulação 2, respectivamente.

Figura 8- Antes/depois lavagem com *shampoo* comercial

Fonte: elaboração própria

Figura 9- Antes/depois lavagem com formulação 1

Fonte: elaboração própria

Figura 10- Antes/depois lavagem com formulação 2

Fonte: elaboração própria

6 CONCLUSÃO

Os resultados experimentais sugerem que a formulação do *shampoo* atinge um ponto de harmonia entre eficácia de limpeza, condicionamento e aspectos ecológicos de saúde. A escolha criteriosa dos ingredientes naturais não só promove benefícios específicos para os cabelos, mas também reforça o compromisso com a sustentabilidade.

Os testes realizados, incluindo avaliação visual, determinação de pH, densidade, conteúdo sólido, avaliação reológica, dispersão de sujeira, ação de limpeza e desempenho do condicionamento, dão uma ideia geral da qualidade do produto; mostram que atende aos padrões esperados além de ser eficaz tanto na limpeza quanto no cuidado dos cabelos.

Quando comparado com o *shampoo* comercial, as duas formulações se equiparam no que diz respeito à densidade e dispersão de sujeira, superando o produto comercial em pH, garantindo uma formulação mais adequada para o equilíbrio do couro cabeludo e apresentaram desempenho superior em termos de condicionamento. No quesito de ação de limpeza a Formulação 2 superou as demais, indicando que o lauril poliglucosideo foi o mais eficaz na remoção das impurezas.

Os diferentes tensoativos principais aplicados nas formulações preparadas influenciaram diretamente nas características do produto final. Enquanto a Formulação 1 emprega o coco-glucoside, um tensoativo não iônico, líquido e levemente amarelado, a Formulação 2 utiliza o lauril poliglucosideo (Plantacare 1200), também um tensoativo não iônico, porém de aparência pastosa amarelo claro. Essa escolha impactou na viscosidade, formação de espuma, na limpeza e condicionamento do shampoo. O coco-glucoside tende a produzir menos espuma, porém com maior estabilidade, enquanto o lauril poliglucosideo proporciona espuma em maior quantidade. O lauril poliglucosideo demonstra ter maior capacidade de limpeza que o coco-glucoside, porém a Formulação 1 foi a que se destacou no desempenho de condicionamento. Essas diferenças na escolha do tensoativo refletem diretamente na experiência do usuário durante a aplicação e lavagem dos cabelos.

As formulações ainda requerem melhorias, como ajustes na viscosidade, conteúdo sólido e nos níveis de espuma para garantir uma performance mais satisfatória para os consumidores. Para garantir a conformidade com as regulamentações da ANVISA e assegurar a segurança e eficácia dos produtos, são

necessários testes de estabilidade em trabalhos futuros. Esses testes são essenciais para avaliar a durabilidade do produto ao longo do tempo e em diferentes condições ambientais, garantindo que sua qualidade seja mantida durante todo o período de validade.

REFERÊNCIAS

EDTA - Ingrediente | Por dentro dos nossos produtos- L'Oréal. Disponível em: <https://por-dentro-dos-nossos-produtos.loreal.pt/ingredients/edta#:~:text=O%20EDTA%20n%C3%A3o%20%C3%A9%20bioacumul%C3%A1vel>. Acesso em: 3 maio. 2024.

Aghel N, Moghimipour B, Dana RA. Formulation of a herbal shampoo using total saponins of Acanthophyllum squarrosum. Iran J Pharm Res 2007;6:167-72

AL BADI, Khaloud; KHAN, Shah A. Formulation, evaluation and comparison of the herbal shampoo with the commercial shampoos. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 3, n. 4, p. 301-305, 2014.

Andreolli, A. C.,Baron, A. P. & Machado, K. E. (2020).Cosméticos Naturais: Tendência de Consumo. Cosmetoguia. https://cosmetoguia.com.br/article/read/area/IND/id/646

Arora, P.; Arun, N.; Karan, M. Shampoos based on synthetic ingredients vis-à-vis shampoos based on herbal ingredients: A review. Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res. 2011, 7, 41–46.

ARORA, Rimjhim; SINGH, Rathore Kamal; MEENAKSHI, Bharakatiya. Formulation and evaluation of herbal shampoo by extract of some plants. **Pharm Chem J**, v. 6, n. 4, p. 74-80, 2019.

BOONME, Prapaporn et al. Evaluation of shampoos containing silicone quaternary microemulsion. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, n. Issue, p. 59-63, 2011.

BRITISH BEAUTY COUNCIL. THE COURAGE TO CHANGE REPORT. out. 2020.

GAUD, R. S.; GUPTA, G. D. Practical Physical Pharmacy: As Per B. Pharm Syllabus Of Various. CBS, 2009.

Global Beauty & Personal Care Products Market | Industry Report. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/beauty-personal-care-products-market>. Acesso em: 17 nov. 2023

GRIFFIN, John J.; CORCORAN, Robert F.; AKANA, Kenn K. pH of hair shampoos. A topical high school experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 54, n. 9, p. 553, 1977.

GUBITOSA, Jennifer et al. Hair care cosmetics: From traditional shampoo to solid clay and herbal shampoo, a review. **Cosmetics**, v. 6, n. 1, p. 13, 2019.

Jaya Preethi, P.; Padmini, K.; Srikanth, J.; Lohita, M.; Swetha, K.; Vengal Rao, P. A Review on Herbal Shampoo and Its Evaluation. *Asian J. Pharm. Anal.* **2013**, *3*, 153–156.

Mainkar A.R., and Jolly C.I. International Journal of Cosmetic Science 2000; 22(5): 385 – 391.

Maniker, AR and jolly, CI (2001) “Formulation of natural shampoo”, Int J Cosm Sci, Vol. 23(1), 59 -62.

MENDONÇA, B. da M. R. .; ALVES, P. E. .; SANTOS, E. P. dos . Green Cosmetics: bibliographic review about the sustainable trend in cosmetics development. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 12, n. 2, p. e4212239888, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i2.39888. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39888. Acesso em: 17 nov. 2023.

Mithal B.M.& Saha R.N. “A Handbook of Cosmetic” Vallabh Prakashan, New Delhi, First edition, 110-112, (2002).

NIELSENLQ/EBIT. 46ª Ed. Webshoppers. 2022.

Romero, V.,Khury, E.,Aiello, L. M.,Foglio, M. A. & Leonardi, G. R. (2018). Diferenças entre cosméticos orgânicos e naturais: literatura esclarecedora para prescritores.Surgical & Cosmetic Dermatology,10,188 –193. http://www.surgicalcosmetic.org.br/details/646/pt-BR.10.5935/scd1984-8773.20181031087

SALES OLIVEIRA, FABIANA CRISTINA et al. ANÁLISE DE CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS E PH DE SHAMPOOS LÍQUIDOS. **Journal of Exact Sciences**, v. 30, n. 1, 2021.

SEBRAE. Mercado de cosméticos do Brasil é um dos maiores do mundo. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/mercado-de-cosmeticos-do-brasil-e-um-dos-maiores-do-mundo,36578d4d928d0810VgnVCM100000d701210aRCRD>. **Acesso em: 17 nov. 2023.**

SEKAR, Mahendran et al. Formulation and evaluation of herbal shampoo containing rambutan leaves extract. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, v. 7, n. 4, p. P146-P151, 2016.

Sharma P.P., Cosmetic Formulation Manufacturing and Quality Control, 3rd ed., Vandana Publication, Delhi; 2002, 644-647

SHARMA, Richa Madhu; SHAH, Kinjal; PATEL, Janki. Evaluation of prepared herbal shampoo formulations and to compare formulated shampoo with marketed shampoos. Int J Pharm Pharm Sci, v. 3, n. 4, p. 402-5, 2011.

Pereira, GC; Murat, SCM; Magalhães, BS; Benevenuto, BR; da Silva, LD; Ribeiro, RSG; Pereira, CSS. Revista Teccen. 2020 Jan./Jun.; 13 (1): 02-07.

MOREIRA, Amanda Thaís Hahn; SEVERIANO, Larissa Camargo. **Análise físico-química das antocianinas presentes na casca da jabuticaba (Myrciaria cauliflora) e seu uso em cosméticos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Fonseca-Santos, B.,Corrêa, M. A. & Chorilli, M. (2015). Sustainability, natural and organic cosmetics: consumer, products, efficacy, toxicological and regulatory considerations. Brazilian Journal of Pharmaceutical Science, 51(1).

Nakagami, I. A. & Pinto, L. P. (2020). Beleza sustentável: ativos naturais na formulação de cosméticos orgânicos. Research Society and Development, 9.

BAPTISTA, Karina Fernandes; BONETTO, Nelson Cesar Fernando. Estudo comparativo de xampus com e sem tensoativos sulfatados. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz, São Paulo**, v. 12, n. 3, p. 1-18, 2016.

PEG-45 (Humectant): Cosmetic Ingredient INCI. Disponível em: <https://cosmetics.specialchem.com/inci-ingredients/peg-45m>. Acesso em: 3 maio. 2024.

ISHCHENKO, Vitalii; LLORI, Jonathan; RAMOS, Cristina. Determinación del impacto ambiental de los componentes de champús sobre las algas Chlorella por el método de bioindicación. **Tecnol. cienc. agua**, Jiutepec , v. 8, n. 6, p. 37-46, dic. 2017 .

MOTTA, E. F. R. O. Dossiê técnico: fabricação de produtos de higiene pessoal. **Rio de**, 2021.

VIJAYALAKSHMI, A.; SANGEETHA, S.; RANJITH, N. Formulation and evaluation of herbal shampoo. **Asian J Pharm Clin Res**, v. 11, n. 4, p. 121-124, 2018.

Unicamp. **O pH e a Química de Cuidados com Cabelos**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://gpquae.iqm.unicamp.br/CEEJApHcabelos.pdf>. Acesso em: 5 maio. 2024.

MILANOVIĆ, Maja et al. Comprehensive insight into triclosan—from widespread occurrence to health outcomes. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 10, p. 25119-25140, 2023.

LUZ, Gládia Fernanda Silva da. Desenvolvimento de formulações cosméticas com óleos vegetais para cabelos cacheados. 2018.

SANTOS, Lucinéia dos; NETTO, Felipe Caliani Mathias. Método de obtenção de shampoo contendo tensoativo natural, isento de sulfato e composição de shampoo resultante. 2022.

Xampu sem sulfato é ideal para cabelos sensíveis e com química. 2014. Disponível em: <https://www.uol.com.br/universa/noticias/redacao/2014/06/24/xampu-sem-sulfato-e-ideal-para-cabelos-sensiveis-tingidos-e-com-quimica.htm>. Acesso em: 23 nov. 2023.

4 ingredientes “vilões” nos shampoos de prateleira e um bônus - 3,2,1 Blog. 2021 Disponível em: <https://321beauty.com.br/blog/4-ingredientes-viloes-nos-shampoos-de-prateleira-e-um-bonus/>.

VIRTUAL, ISET-PLATAFORMA DE L. **Engenharia das Essências Comercial LTDA**. Disponível em: <https://www.engenhariadasessencias.com/>. Acesso em: 23 nov. 2023.