

CAPÍTULO 8

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES E ANÁLISE DA QUALIDADE DE SHAMPOOS SÓLIDOS PRODUZIDOS POR SAPONIFICAÇÃO E EMULSIFICAÇÃO



<https://doi.org/10.22533/at.ed.569112531038>

Data de aceite: 20/10/2025

Maria Eduarda Siqueira Brito

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Letícia Martins Sella

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Hatus Garreto Borges

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Juliana Soares Vicente

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Maya Giron Almeida

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Ana Beatriz de Oliveira

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Danielle Alquezare

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Karen Postigo

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

João Victor Wolschick de Oliveira

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Izabella Jael Rodrigues Cavallaro

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Ruan Antunes Fonseca Barcelos

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Pedro Henrique Piozzi da Silva

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil

Fernanda Perpétua Casciatori

Departamento de Engenharia Química – DEQ e Programa de Educação Tutorial em Engenharia Química – PET EQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos-SP, Brasil Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – PPGEQ, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Rod. Washington Luís km 235, CEP 13565-905, São Carlos-SP, Brasil

RESUMO: Questões ambientais associadas aos shampoos líquidos tradicionais, como alto consumo de água e utilização de embalagens plásticas rígidas, motivaram a busca por alternativas mais sustentáveis pelo setor de cosméticos e cuidado pessoal. Nesse contexto, os shampoos sólidos emergem como solução viável, destacando-se pela menor necessidade de água na formulação, maior durabilidade e redução de microplásticos no ambiente. Diante disso, este trabalho teve como objetivo desenvolver formulações e analisar a qualidade de shampoos sólidos produzidos por saponificação e emulsificação. Na saponificação, reações entre óleos vegetais e hidróxido de sódio foram utilizadas para obter barras sólidas após períodos de cura. Na emulsificação, utilizou-se cocoil-isetionato de sódio (SCI), álcoois e óleos essenciais para produzir barras sem reação de saponificação. As caracterizações incluíram análises de pH, resistência física, estabilidade da espuma e testes sensoriais. As barras emulsificadas apresentaram pH mais próximo ao ideal para o couro cabeludo (entre 4 e 5), enquanto as saponificadas ficaram com pH alcalino, inadequado para o uso pretendido. Em termos sensoriais, os shampoos saponificados receberam avaliação superior em 5 dos 6 parâmetros avaliados. Nos testes físicos, as barras saponificadas exibiram maior resistência à queda e melhor formação de espuma, decorrentes das ligações formadas na reação, enquanto as emulsificadas tiveram maior estabilidade em contato com a água. Embora cada formulação e processo apresente benefícios específicos, as barras emulsificadas foram superiores, considerando sobretudo a segurança para uso por humanos para higiene e cuidado pessoal, abrindo margem para estudos futuros de otimização da composição e avaliação da viabilidade econômica em larga escala.

PALAVRAS-CHAVE: cosmetologia; desenvolvimento de novos produtos; controle da qualidade.

FORMULATION DEVELOPMENT AND QUALITY ANALYSIS OF SOLID SHAMPOOS PRODUCED BY SAPONIFICATION AND EMULSIFICATION

ABSTRACT: Environmental issues associated with traditional liquid shampoos, such as high water consumption and the use of rigid plastic packaging, have driven the cosmetics and personal care industry to seek more sustainable alternatives. In this context, solid shampoos have emerged as a viable solution, standing out due to their lower water requirement in

formulation, greater durability, and reduced microplastic pollution. Given this, the aim of this study was to develop formulations and analyze the quality of solid shampoos produced by saponification and pressing. In saponification process, reactions between vegetable oils and sodium hydroxide were used to obtain solid bars after curing periods. In pressing method, sodium cocoyl isethionate (SCI), alcohols, and essential oils were used to produce bars without a saponification reaction. The characterizations included pH analysis, physical resistance, foam stability, and sensory tests. Pressed bars showed a pH closer to the ideal for the scalp (between 4 and 5), while the saponified ones had an alkaline pH, unsuitable for the intended use. In sensory terms, saponified shampoos received higher ratings in 5 out of the 6 evaluated parameters. In physical tests, saponified bars showed greater drop resistance and better foam formation due to the bonds formed during the reaction, while pressed bars had greater stability when in contact with water. Although each formulation and process presents specific advantages, the pressed bars were superior, especially considering safety for human use in hygiene and personal care, paving the way for future studies on composition optimization and assessment of economic feasibility in large-scale.

KEYWORDS: cosmetology; new product development; quality control.

INTRODUÇÃO

A limpeza do couro cabeludo pode ser considerada uma prática antiga, de acordo com os registros históricos; contudo, os métodos para realizá-la diferem ao longo do tempo e a depender da cultura observada. Algumas civilizações, como a romana e a indiana, utilizavam-se de óleos essenciais ou água isoladamente para tal finalidade, enquanto certos povos asiáticos empregavam água de arroz fermentada ou cinzas de plantas. A partir do século XX, as companhias de cosméticos direcionaram um maior enfoque para fabricar um produto próprio para lavagem do cabelo, com propósitos estéticos, para além da manutenção da higiene e do cuidado pessoal básico (LILJEQUIST, 2015).

Nesse sentido, a opção mais tradicional atualmente encontrada no mercado é o shampoo líquido, cuja composição contém aproximadamente 80% (v/v) de água, que atua como diluente e veículo dos demais ingredientes. Além disso, alto volume de água de processo é demandado na fabricação industrial de shampoos líquidos, sobretudo para sanitização de equipamentos, estando sujeita a contaminação por impurezas e resíduos químicos (D'AGUIAR; SAMPAIO, 2020).

Além disso, há uma significativa influência da indústria petroquímica no processo de produção do shampoo tradicional, principalmente no âmbito das embalagens plásticas, em razão de sua versatilidade e baixo custo. No entanto, seu tempo de degradação é incompatível, considerando o uso breve. Outro aspecto ambiental relevante é a geração de microplásticos a partir dessas embalagens, os quais, por serem adsorventes, conseguem transportar metais pesados, agrotóxicos, e outros poluentes, representando uma ameaça especialmente para o ecossistema marinho (CUBAS *et al.*, 2014).

Neste contexto, na década de 2010, o shampoo sólido foi introduzido como alternativa mais sustentável diante da crescente preocupação dos consumidores em relação aos problemas socioambientais atrelados à indústria cosmética. Dentre suas vantagens, destaca-se a menor quantidade ou ausência de água na sua formulação. Tal característica promove aumento na concentração de ativos, maior durabilidade e estabilidade microbiológica, que resulta em baixa susceptibilidade à proliferação de microrganismos patogênicos e deteriorantes em todas as etapas da cadeia produtiva e no próprio produto final. Consequentemente, o uso de conservantes pode ser reduzido e ingredientes que já fazem parte da composição com outros propósitos, como álcoois e óleos, podem apresentar propriedades antibactericidas que suprem a necessidade da utilização de conservantes químicos adicionais. Ademais, pela sua natureza física, embalagens de papel ou de papelão são amplamente adotadas, reduzindo, portanto, o uso de plásticos (GUEDES, 2023).

Neste cenário, fica evidente a relevância de novas pesquisas para o desenvolvimento de formulações para o shampoo sólido, a partir de métodos como saponificação ou emulsificação, tendo em vista sua recente introdução ao mercado e potenciais benefícios para o tratamento dos fios e para a atenuação do impacto ambiental, em comparação às opções tradicionais.

OBJETIVOS

O objetivo geral do presente trabalho foi desenvolver formulações e processos para a produção de barras de shampoos sólidos como alternativa sustentável de cosmético para higiene e cuidado pessoal. Nesse sentido, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Compreender o processo de fabricação e de formulação de shampoos em barra;
- Desenvolver formulações de shampoo sólido a partir de processos de saponificação e emulsificação;
- Produzir os shampoos em escala de bancada;
- Caracterizar os shampoos produzidos conforme padrões estabelecidos por agências reguladoras;
- Analisar comparativamente os shampoos obtidos pelos dois processos de produção e respectivas formulações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Características gerais do couro cabeludo

O cabelo, por vezes considerado apenas um acessório, ou ainda visto como uma estrutura vestigial dos humanos, é equivalente aos apêndices epidérmicos dos demais mamíferos, como couro, pelagens, lás e vibrissas. Além de terem uma importante função de cobertura e revestimento da pele, tais apêndices protegem contra fatores ambientais e impactos, sendo ainda um órgão presente no desenvolvimento sexual e fisiológico singular de cada espécie (BOUILLOU; WILKINSON, 2005).

Nos humanos, o fio de cabelo cresce em uma cavidade denominada folículo piloso, localizado na derme, uma região muito vascularizada do couro cabeludo, conforme a Figura 1. A derme e os vasos sanguíneos estão ligados entre si pela papila dérmica, responsável por transportar os nutrientes presentes na corrente sanguínea, essenciais para o desenvolvimento e o crescimento do fio, estimulando a multiplicação de células na base da estrutura capilar (LEVINBOOK, 2024). A diferença entre a região do couro cabeludo e as demais áreas com pelos no corpo reside em que os folículos citados são maiores e mais profundos na região da cabeça. Dessa forma, são produzidos fios mais grossos, longos e pigmentados. Isso também explica por que as glândulas sebáceas produzem mais óleo e a derme é mais espessa e robusta nessa região (ROSSETTI, 1941).

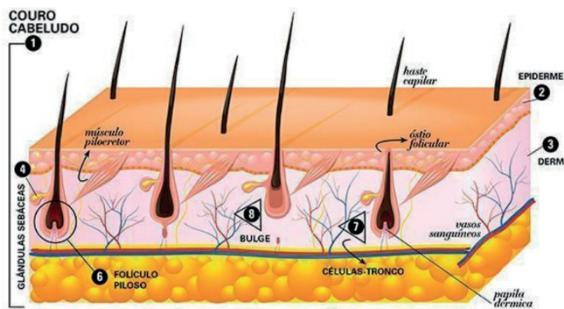


Figura 1: Fisiologia do couro cabeludo.

Fonte: CARVALHO *et al.*, 2023, apud SPALTEHOLZ; SPANNER, 2006.

Estudos conduzidos por França (2016) avaliaram o pH do couro cabeludo de 75 mulheres, revelando dados interessantes sobre a variação desse índice em diferentes condições capilares. No grupo de mulheres entre 20 e 35 anos de idade, sem aplicação de produtos químicos nos cabelos e com fios caracterizados como não oleosos, o maior valor de pH encontrado foi de 5,4. À medida que a idade avançava nos grupos, observou-se uma redução gradual desse valor, com o pH caindo para 5,0.

Estes resultados corroboram a afirmação de que o pH saudável da superfície da pele humana apresenta-se em uma faixa ligeiramente ácida, podendo variar entre 4,1 e 5,8

(PROKSCH, 2018). Esse intervalo de pH é fundamental para a proteção das cutículas dos fios, promovendo a preservação da integridade do couro cabeludo. Além disso, auxilia no equilíbrio da microbiota natural, evitando a proliferação de microrganismos indesejados, e ainda contribui para a manutenção da hidratação dos cabelos (CONVERSION, 2024).

Principais ingredientes e suas respectivas funções na formulação de shampoos

Ácido cítrico

O ácido cítrico, presente em frutas ácidas como o limão, é amplamente utilizado na indústria devido à sua versatilidade. Pode atuar como estabilizante e antioxidante em alimentos congelados e enlatados e em soluções de reagentes fotográficos e tintas. Este composto possui alta biodegradabilidade e segurança tanto para o organismo humano, quanto para o meio ambiente. Outra característica importante, especialmente no âmbito cosmético e farmacêutico, é sua capacidade de atuar como tampão, formando complexos com uma ampla gama de metais iônicos que, se livres nas formulações, podem alterar o pH e prejudicar a eficácia de detergentes e sabões (APELBLAT, 2014).

Álcool cetílico

O álcool cetílico, derivado de fontes vegetais como óleo de coco ou óleo de palma, é um componente amplamente utilizado em produtos cosméticos e farmacêuticos, incluindo emulsões, loções, cremes e pomadas. Suas propriedades emolientes, absorventes de água e emulsificantes o tornam essencial na formulação desses produtos. Ele não apenas aumenta a estabilidade das misturas, mas também melhora a textura e proporciona uma consistência desejável, conferindo hidratação e uma sensação suave e aveludada na superfície cutânea (ROWE; SHESKEY; QUINN, 2006).

Álcool cetoestearílico

O álcool cetoestearílico é um tensoativo oriundo da mistura de álcool estearílico e álcool cetílico de origem vegetal e óxido de eteno (BOTEZA, 2018). Esse composto tem como característica a ação emulsificante, que faz com que componentes imiscíveis, como água e óleo, se incorporem um ao outro, com essa homogeneização tornando a formulação mais estável.

Além da ação emulsificante, o álcool cetoestearílico proporciona lubricidade, consistência à formulação e emoliência ao fio (MORAIS, 2021). Essa última propriedade garante mais maleabilidade aos fios, tornando o cimento das madeixas mais flexível e macio. Isso ocorre pois o emoliente diminui a perda de água pelo fio, mantendo o nível adequado de umidade do cabelo (GARCIA, 2020).

Cocoamidopropil betáína

O cocoamidopropil betáína é um tensoativo secundário que tem como característica a presença de efeitos sinérgicos, que colaboram com o desempenho do tensoativo primário da formulação (PEDRO, 2001). Esse componente também torna a formulação do cosmético mais espessa, aumentando sua viscosidade, desenvolvendo uma espuma consistente e abundante e diminuindo o potencial negativo do cabelo. De tal forma, os íons que tornam o cabelo frizado são eletroquimicamente neutralizados, o que melhora a maleabilidade capilar (CARDUCCI, 2017).

Cocoil isetionato de sódio (SCI)

O cocoil isetionato de sódio (SCI), um surfactante aniónico derivado do óleo de coco, possui diversas funções, dentre elas um bom poder de detergência (limpeza). Além disso, confere melhoria na estabilidade e na estrutura da espuma de shampoos, assim como uma boa resistência à água. Ademais, Oliveira *et al.* (2005), ao avaliarem o potencial irritante de surfactantes sobre a pele humana, verificaram que o SCI teve um potencial irritativo menor do que outros surfactantes comumente utilizados, como o lauril sulfato de sódio (tensoativo aniónico sulfatado). Considerando tais características e resultados, o SCI se mostra como atrativa alternativa a ser utilizada nos mais diversos tipos de formulações, como shampoos especiais, geleias para banho, loções limpadoras e sabões líquidos (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Manteiga de karité

A manteiga de karité é uma gordura vegetal refinada e desodorizada extraída do fruto do karité (*Butyrospermum parkii*). Possui elevado teor de insaponificáveis, principalmente ésteres triterpênicos do ácido cinâmico e fitoesteróis naturais, o que lhe confere propriedades de absorção de radiação ultravioleta. Por esta razão, no presente trabalho, foi adotada como composto bioativo da preparação. Além disso, a manteiga de karité é um excelente umectante e emoliente (OLIVEIRA, 2003; ANDERSSON, 2002). Por essas características, trata-se de um ingrediente que agrupa, aos shampoos, propriedades hidratantes, nutritivas, anti-inflamatórias e antioxidantes, ajudando a acalmar a pele e o couro cabeludo e protegendo contra danos causados por radicais livres. Ainda, por ser rica em vitaminas lipossolúveis, especialmente A e E, promove estímulo à regeneração celular (FERREIRA *et al.*, 2021).

Óleo vegetal de babosa

A babosa (*Aloe vera*), ou aloés, é uma planta de origem africana, amplamente conhecida na cultura popular mundial e brasileira, especialmente por suas propriedades medicinais no tratamento de queimaduras e doenças da pele. Seu uso remonta à história de muitos povos, como egípcios, judeus, árabes e africanos. Na Bíblia, é citado o seu uso na aromatização de ambientes (SCHIEDECK, 2010).

Na indústria de cosméticos, a babosa possui grande aplicação devido às suas inúmeras propriedades relacionadas a trazer benefícios para a pele e o cabelo. Seu efeito mais conhecido está ligado à sua ação hidratante, em razão da sua grande porcentagem de mucilagem e sua capacidade de reter grande quantidade de água, estando comumente presente na composição de shampoos, condicionadores e cremes capilares (SILVA *et al.*, 2021).

Óleo vegetal de copaíba

O óleo de copaíba é um extrato resinoso da madeira de árvores do gênero *Copaifera*, naturais da região amazônica. A extração do óleo ocorre por meio da sangria, que consiste em fazer um corte na casca da árvore para coletar a resina. Esse método é sustentável, pois permite a coleta sem danificar a árvore, promovendo a sua preservação. Após a extração, ocorre a purificação da resina e, em alguns casos, sua destilação, resultando em um óleo de alta qualidade (REÁTEGUI *et al.*, 2018). Nesse contexto, o óleo de copaíba é rico em ácido sesquiterpênico e compostos similares, que lhe conferem suas propriedades anti-inflamatórias e analgésicas (KUMAR *et al.*, 2024; KOBAYASHI *et al.*, 2011). Ainda, ele contém terpenos e demais fitocompostos que lhe agregam propriedades terapêuticas e aromáticas (KUMAR *et al.*, 2024).

Dessa forma, o óleo de copaíba apresenta propriedades hidratantes e calmantes, sendo utilizado em produtos destinados a peles sensíveis e/ou irritadas, uma vez que sua ação anti-inflamatória ajuda a aliviar vermelhidões e irritações, e que suas propriedades antimicrobianas beneficiam a saúde da pele (FONSECA *et al.*, 2015). Especificamente em shampoos, o óleo de copaíba é utilizado para fortalecer os fios, prevenir a queda e promover um couro cabeludo saudável, uma vez que estimula a produção de colágeno (HOON *et al.*, 2008). Além disso, seu agradável aroma o torna um aditivo ainda mais apropriado para produtos capilares, por melhorar a experiência sensorial (SANT'ANNA *et al.*, 2006).

Óleo vegetal de jojoba

O óleo de jojoba é extraído das sementes da planta *Simmondsia chinensis*, nativa de regiões áridas da América do Norte. É considerado um cultivo sustentável, uma vez que a planta é resistente à seca e requer menos recursos hídricos do que outras culturas oleaginosas (SALSABEEL *et al.*, 2023). A produção deste componente envolve a colheita das sementes da planta, seguida de prensagem a frio para extração do óleo vegetal, metodologia que preserva suas propriedades benéficas e evita a degradação do produto. Após a extração, o óleo é filtrado e pode passar por processos de purificação para remover impurezas (SALSABEEL *et al.*, 2023).

Em termos físico-químicos, o óleo de jojoba é composto principalmente por ésteres de ácidos graxos e álcoois de cadeia longa (BALA, 2022). Tais características lhe conferem uma composição química semelhante à do sebo humano, o que o torna altamente

compatível com a pele e os cabelos, facilitando sua absorção pelo corpo e proporcionando benefícios hidratantes (GAD *et al.*, 2021).

Portanto, no setor cosmético, o óleo de jojoba é valorizado por suas propriedades emolientes supracitadas, responsáveis por hidratar e suavizar a pele e os cabelos. Ademais, sua capacidade de equilibrar a oleosidade faz com que seja ideal para shampoos, pois pode limpar e nutrir sem deixar resíduos pesados (CHAKRABARTY *et al.*, 2024). Finalmente, o óleo possui ainda propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, contribuindo para a saúde capilar em geral (CHAKRABARTY *et al.*, 2024).

Óleo essencial de capim-limão

Os óleos essenciais são constituintes voláteis orgânicos responsáveis pela fragrância de muitas plantas. Tais compostos são potencialmente úteis no controle fitossanitário, propiciando o desenvolvimento de técnicas que procuram diminuir os efeitos negativos de oxidantes, radicais livres e microrganismos que causam graves prejuízos nas indústrias alimentícias e na agricultura (BAKKALI *et al.*, 2008).

O capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf), pertencente à família das Poaceae, é uma planta aromática cultivada para produção comercial de óleo essencial, o qual geralmente apresenta como constituintes majoritários os monoterpenos citral (mistura isomérica de neral e geranal) e o mirceno. É largamente empregado como aromatizante em perfumaria e cosmética, na preparação de colônias, sabonetes e desodorantes. Porém, seu maior emprego tem sido na indústria farmacêutica, servindo de material de partida para síntese de importantes compostos como iononas, metil-iononas e vitamina A (PRINS *et al.*, 2008).

Óleo essencial de eucalipto

Eucalyptus globulus pertence à família Myrtaceae, espécie nativa da Austrália, porém difundida mundialmente. Segundo Braga (1971), o *Eucalyptus glubulus* foi a primeira espécie de eucalipto introduzida no Brasil, em 1855. Todavia, somente em 1903, grandes plantações de eucalipto foram iniciadas pela antiga Companhia Paulista de Estradas de Ferro, visando a produção de madeira. No que diz respeito à extração de óleo desta espécie, iniciou-se apenas durante a Segunda Guerra Mundial, devido às dificuldades de importação deste tipo de óleo essencial.

A importância deste componente se dá em razão dos benefícios em diversos aspectos, como emocionais, físicos e cosméticos, o que contribui para sua abundância de aplicabilidades. Acerca das questões emocionais, o óleo essencial ajuda a melhorar o foco e a concentração. Além disso, sobre aspectos físicos, o uso do óleo essencial apresenta importância farmacêutica, sendo propostas múltiplas aplicações medicinais, incluindo atividades anti-inflamatória, analgésica (SILVA *et al.*, 2003) e antioxidante (CRUZ *et al.*, 2005). Por fim, quanto à esfera cosmética, esse produto é interessante por conta do aroma popularmente agradável.

Extrato glicólico de própolis

O extrato glicólico de própolis é uma substância resinosa coletada por abelhas a partir de resinas de plantas, brotos e flores. A sua coleta ocorre com a utilização de tal resina para selagem e proteção das colmeias pelas abelhas, sendo processado para remover impurezas e concentrar suas propriedades benéficas. Tal extrato é constituído por uma mistura complexa de compostos químicos, incluindo flavonoides, ácidos fenólicos, terpenos e óleos essenciais que o conferem notáveis propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes (BOKA *et al.*, 2022). De tal modo, ele pode ser utilizado em várias formas, como extrato líquido, pó ou em forma de pomadas, dependendo da aplicação desejada (SILVA *et al.*, 2019).

No campo cosmético, a própolis é especialmente valorizada por suas propriedades cicatrizantes e antioxidantes, que promovem a saúde da pele e do cabelo. Em shampoos, a própolis é utilizada para o fortalecimento dos fios e na prevenção de infecções do couro cabeludo, controlando a oleosidade e a descamação (SILVA *et al.*, 2019). Sua ação anti-inflamatória também pode aliviar irritações capilares e retardar o processo de envelhecimento maléfico da pele (BOKA *et al.*, 2022).

MATERIAIS E MÉTODOS

Formulação e processo de produção de shampoo sólido por saponificação

O ingrediente base do shampoo sólido por saponificação foi o hidróxido de sódio, que foi macerado com o auxílio de um pilão de cerâmica e transferido para um bêquer de plástico, no qual despejou-se água destilada lentamente, escorrendo pelas paredes. A mistura foi colocada em repouso até sua temperatura reduzir a 41°C, após o que se adicionou o óleo de babosa. O conteúdo foi submetido a agitação mecânica a 200 rpm por 30 minutos. Ao fim da agitação, adicionou-se o ácido cítrico.

Em outro bêquer, foram adicionados os óleos de jojoba, copaíba e babosa, o qual foi colocado sobre uma placa de aquecimento acoplada a agitador magnético por 10 minutos. Quando esse conteúdo atingiu a temperatura de 40,8°C, foi incorporado ao primeiro bêquer, juntamente com óleo essencial de capim limão e flores de camomila desidratadas.

A mistura final foi submetida à agitação mecânica a 200 rpm durante 30 minutos. Por fim, o produto obtido foi vertido em fôrma de silicone em três porções individuais de 50 g cada, e colocado em repouso em local seco e arejado. Após 3 dias, as barras foram removidas da fôrma e colocadas sob uma superfície envolta por plástico filme, onde permaneceram por mais 28 dias para cura.

Uma segunda produção foi baseada na mesma formulação descrita, com a diferença de que o ácido cítrico foi adicionado somente ao final do procedimento, a fim de reduzir o pH da mistura final, que novamente foi fracionada em barras de 50 g cada.

Formulação e processo de produção de shampoo sólido por emulsificação

Em um primeiro bêquer, foram adicionados cocoamidopropil betáína, água e ácido cítrico, sendo a mistura homogeneizada manualmente. Em seguida, a vidraria foi submetida a um banho termostático a 80°C por 30 minutos para aquecimento uniforme. Paralelamente, cocoil isetionato de sódio (SCI) foi transferido para um segundo bêquer e, na sequência, foi adicionado lentamente ao primeiro, ainda sob aquecimento, com mistura contínua utilizando um bastão de vidro, até a obtenção de uma consistência pastosa.

Em um terceiro bêquer, foram combinados os óleos de babosa, jojoba e copaíba, a manteiga de karité, além dos álcoois cetílico e cetoestearílico, macerados previamente. Esta mistura foi aquecida sobre uma placa aquecedora até 90°C, sendo homogeneizada com auxílio de um bastão de vidro. Após a homogeneização completa do primeiro bêquer, o conteúdo foi submetido a agitação mecânica a 200 rpm e, durante o processo, o conteúdo do terceiro bêquer foi incorporado gradualmente.

A mistura resultante foi deixada em repouso em temperatura ambiente até atingir 75°C, quando foram adicionados o óleo essencial de eucalipto e o extrato glicólico de própolis, que foram misturados manualmente com bastão de vidro para garantir a homogeneização. Por fim, a formulação foi vertida em uma fôrma de silicone, em porções de 50 g cada, e colocado em repouso em um local seco e arejado. Após um período de 24 horas, as barras foram removidas da fôrma e colocadas sob uma superfície envolta por plástico filme, onde permaneceram por mais 28 dias para cura.

Análises de caracterização dos shampoos sólidos

Para a caracterização dos shampoos sólidos obtidos por meio das diferentes formulações e processos propostos, realizaram-se testes físico-químicos de determinação de pH, testes sensoriais, teste de fissura, análise de estabilidade da espuma, teste de resistência à queda e teste microbiológico para determinação de contagem total de microrganismos.

Determinação de pH

O pH das formulações foi medido com auxílio de um pHmetro logo após a finalização da produção. Em seguida, as barras foram colocadas em repouso por 48 horas para solidificar. Após esse período, foi dada continuidade ao processo de cura das barras, que consiste em deixá-las em repouso e coletar amostras para aferir o pH após 2, 7, 14, 21 e 31 dias. Após solidificação das barras, as medidas de pH foram feitas empregando soluções resultantes da dispersão de 1 g de shampoo sólido em 99 mL de água destilada.

Testes sensoriais

A fim de avaliar elementos relacionados à experiência sensorial do consumidor para ambas as formulações, foi elaborado um questionário em que os seguintes parâmetros deveriam ser avaliados: aparência, brilho, odor, textura, transferência e percepção geral.

Com o intuito de padronizar e quantificar as avaliações, para cada parâmetro analisado, foi atribuída uma nota entre 1 e 5 pelos avaliadores, onde 5 representa o mais próximo do desejável. Os critérios adotados podem ser vistos de forma detalhada nas Tabelas 1 a 6.

Após a coleta das respostas, calculou-se a média aritmética das notas atribuídas para se determinar com maior acuracidade a provável recepção sensorial do produto.

| Nota | Interpretação qualitativa | Descrição |
|------|----------------------------|---|
| 1 | Feia | Apresenta irregularidades visíveis, cores desbotadas ou não harmoniosas, aspecto geral descuidado. |
| 2 | Pouco atraente | Aparência com algumas imperfeições, cores que não combinam bem. Pode causar desinteresse. |
| 3 | Intermediária | Aparência aceitável, mas não impressionante. Pode ter algumas características agradáveis, mas ainda carece de harmonia. |
| 4 | Bonita | Superfície bem-acabada. Chama a atenção de forma positiva e é visualmente agradável. |
| 5 | Extremamente bonita | Aparência muito atraente, com design cuidadoso. Cria um impacto visual extremamente positivo. |

Tabela 1. Critérios de avaliação para o parâmetro “Aparência”.

Fonte: Autoria própria.

| Nota | Interpretação qualitativa | Descrição |
|------|-------------------------------|--|
| 1 | Opaco | Superfície sem brilho, não reflete luz. A aparência é uniforme e sem transparência, parecendo sem vida. |
| 2 | Levemente opaco | Superfície com pouco brilho, mas ainda predominantemente opaca. Reflete um pouco de luz, mas não é perceptivelmente brilhante. |
| 3 | Intermediário | Superfície com um brilho moderado. Um equilíbrio entre opacidade e brilho, refletindo luz de forma sutil. |
| 4 | Brilhante | Superfície lisa e reflexiva, com uma boa quantidade de brilho. Reflete a luz de maneira clara, mostrando uma aparência saudável. |
| 5 | Extremamente brilhante | Superfície altamente reflexiva, que brilha intensamente. A luz é refletida de maneira brilhante e vibrante. |

Tabela 2. Critérios de avaliação para o parâmetro “Brilho”

Fonte: Autoria própria.

| Nota | Interpretação qualitativa | Descrição |
|------|---------------------------|--|
| 1 | Muito desagradável | Odor forte, rançoso, causando desconforto imediato. Pouco adequado para uso cosmético. |
| 2 | Desagradável | Odor perceptivelmente ruim, embora menos intenso. Pode ser tolerado, mas não é agradável. |
| 3 | Neutro | Odor fraco ou pouco perceptível. Não é ofensivo, mas também não se destaca positivamente. |
| 4 | Agradável | Fragrância agradável e suave, com notas harmoniosas que contribuem para uma boa experiência sensorial. |
| 5 | Muito agradável | Fragrância envolvente e extremamente agradável, com notas bem definidas e equilibradas. Proporciona uma experiência sensorial marcante e positiva. |

Tabela 3. Critérios de avaliação para o parâmetro “Odor”.

Fonte: Autoria própria.

| Nota | Interpretação qualitativa | Descrição |
|------|---------------------------|---|
| 1 | Áspera | Superfície rugosa, irregular e sem suavidade. Pode causar desconforto ao toque. |
| 2 | Levemente áspera | Superfície um pouco irregular, mas com alguma suavidade perceptível. Pode ter pequenas imperfeições. |
| 3 | Intermediário | Superfície moderadamente suave, com alguma textura, mas não incomoda ao toque. Equilíbrio entre rugosidade e suavidade. |
| 4 | Suave | Superfície lisa e agradável ao toque, com pouca ou nenhuma textura. Confortável de manusear. |
| 5 | Macia | Macia: Superfície muito lisa e macia, quase sedosa. Extremamente agradável ao toque. |

Tabela 4. Critérios de avaliação para o parâmetro “Textura”.

Fonte: Autoria própria.

| Nota | Interpretação qualitativa | Descrição |
|------|-------------------------------------|---|
| 1 | Transfere totalmente | O produto deixa uma sensação oleosa ao toque, com resíduos evidentes na pele. |
| 2 | Transfere significativamente | Embora pouco oleoso, o xampu transfere uma quantidade considerável de material, deixando uma leve camada perceptível na pele. |
| 3 | Intermediário | Existe uma transferência perceptível ao toque, mas com uma sensação suave e pouca quantidade de produto deixada. |
| 4 | Transfere muito pouco | O produto praticamente não transfere, e a sensação na pele é seca, ainda que se perceba um mínimo de transferência ao toque. |
| 5 | Não transfere | O xampu é completamente seco ao toque e não deixa produtos na pele, mantendo-se íntegro. |

Tabela 5. Critérios de avaliação para o parâmetro “Transferência”.

Fonte: Autoria própria.

| Nota | Interpretação qualitativa | Descrição |
|------|---------------------------|--|
| 1 | Ruim | A experiência foi insatisfatória em diversos aspectos. Não compraria e não recomendaria a outros. |
| 2 | Pouco satisfatória | A experiência foi abaixo das expectativas. Alguns aspectos podem ter agradado, mas a maioria não foi satisfatória. Difícil considerar a compra. |
| 3 | Neutra | A experiência foi aceitável, mas não impressionante. Pode haver aspectos que agradaram e outros que desapontaram. Compraria, mas apenas se não houver outras opções disponíveis. |
| 4 | Boa | A experiência foi positiva, com várias características agradáveis. Satisfaz a maioria das expectativas e é provável que compre e recomende a outros. |
| 5 | Excelente | A experiência foi excepcional. Todos os aspectos foram muito bem avaliados. Compraria sem hesitação e recomendaria amplamente. |

Tabela 6. Critérios de avaliação para o parâmetro “Percepção geral”.

Fonte: Autoria própria.

Teste de resistência à água

A caracterização das barras de shampoo quanto a resistência à água se deu pelo interesse dos autores em analisar a integridade do produto após o contato com o líquido durante 24 horas. Dessa forma, colocaram-se as barras em uma bandeja plástica retangular e adicionou-se água até a altura de 1/3 do produto. Após 24 horas de imersão, analisou-se o aspecto físico do shampoo. Tal procedimento foi baseado na metodologia de Sousa (2020).

Estabilidade da espuma

A caracterização das barras de shampoo quanto a estabilidade da espuma se deu pelo interesse dos autores em verificar a variação da altura da coluna de espuma durante o tempo para cada um dos shampoos, a fim de aferir a agradabilidade do uso e estabilidade e durabilidade da espuma. A metodologia adotada foi adaptada de Sanova e Lisitsyn (2012). Colocou-se um pedaço de aproximadamente 2 g de cada shampoo em uma proveta com 20 mL de água, e em seguida o sistema foi vigorosamente agitado para a formação de espuma. Na sequência, a proveta foi deixada em repouso a fim de observar-se o movimento da espuma.

Resistência à queda

A caracterização das barras de shampoo quanto a sua resistência à queda foi feita conforme a NBR 9474 (ABNT, 2011), com modificações. O ensaio foi realizado em triplicata, consistindo na soltura das barras de shampoo a partir de uma altura fixa de 1,00 m em uma superfície rígida, como concreto ou porcelanato. Cada barra foi submetida ao procedimento

por três vezes, a fim de se estimar também o efeito de sucessivos impactos. Assim, para quantificar as suas resistências, as barras foram inspecionadas após cada queda, com o intuito de identificar a presença de rachaduras, fissuras e rompimentos ou quebras no material sólido.

Análise microbiológica

O teste tradicionalmente utilizado para avaliar a qualidade microbiológica de produtos cosméticos é a contagem padrão em placas ou contagem total de microrganismos aeróbicos (ISO 17516, 2014). O resultado é dado em número de unidades formadoras de colônias (UFC) por mililitro ou por miligrama de produto (mL ou mg) e permite avaliar o padrão de higiene e assepsia da produção e da estocagem do produto.

Nesse teste, as amostras foram diluídas nas proporções 10^{-4} e 10^{-5} e colocadas em quatro placas de Petri sobre o meio de cultura PCA (Plate Count Agar ou Agar Padrão para Contagem) já solidificado, caracterizando inoculação ou plaqueamento por superfície. As placas foram incubadas a 30°C por 5 dias, após o que foi feita observação visual da superfície das placas e contagem das colônias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Formulações e composições mássicas

As massas dos componentes utilizados nas formulações de shampoo em barra obtidos por saponificação e emulsificação são apresentadas nas Tabelas 7 e 8, respectivamente. No entanto, na segunda produção por saponificação, em que se tentou corrigir o pH mediante a adição do ácido cítrico ao final da mistura, as reações de saponificação foram revertidas. Devido à reação de neutralização entre o ácido e o hidróxido de sódio, não houve solidificação das barras neste caso. Portanto, não foi possível prosseguir com testes e caracterizações físico-químicas dessa segunda formulação por saponificação.

| Ingredientes | Saponificação convencional | | Com correção de pH | |
|-------------------------------|----------------------------|-------|--------------------|-------|
| | Massas em g | % m/m | Massas em g | % m/m |
| Ácido cítrico | 1,70 | 1 | 11,30 | 21 |
| Água destilada | 39,23 | 25 | 11,71 | 22 |
| Flor de camomila desidratada | 5,40 | 3 | 1,35 | 3 |
| Hidróxido de sódio 98% (p/p) | 15,14 | 10 | 3,95 | 7 |
| Óleo de babosa | 86,10 | 54 | 21,59 | 40 |
| Óleo de copaíba | 5,02 | 3 | 1,28 | 2 |
| Óleo de jojoba | 5,04 | 3 | 1,26 | 2 |
| Óleo essencial de capim-limão | 1,56 | 1 | 1,10 | 2 |

| | | | | |
|---|--------|-----|-------|-----|
| Massa total | 159,19 | 100 | 53,54 | 100 |
| Número de barras de ≈ 50 g cada (em unidades) | 3 | | 1 | |

Tabela 7. Formulação do shampoo sólido saponificado.

Fonte: Autoria própria.

| Ingredientes | Quantidades | |
|---|-------------|-------|
| | Massas em g | % m/m |
| Ácido cítrico | 1,70 | 1 |
| Água destilada | 14,17 | 8 |
| Álcool cetílico | 13,61 | 8 |
| Álcool cetoestearílico | 11,92 | 7 |
| Cocoamidopropil betaina | 13,42 | 8 |
| Cocoil Isetionato de Sódio (SCI) | 93,50 | 55 |
| Extrato glicólico de própolis | 1,70 | 1 |
| Manteiga de karité | 13,28 | 8 |
| Óleo essencial (<i>Eucalipto globulus</i>) | 1,71 | 1 |
| Óleo vegetal de babosa | 1,72 | 1 |
| Óleo vegetal de copaíba | 1,73 | 1 |
| Óleo vegetal de jojoba | 1,74 | 1 |
| Massa total (g) | 170,20 | 100 |
| Número de barras de ≈ 50 g cada (em unidades) | 3 | |

Tabela 8. Formulação do shampoo sólido emulsificado.

Fonte: Autoria própria.

Silva *et al.* (2025), em seu trabalho de desenvolvimento de um shampoo sólido com óleo de bacaba (*Oenocarpus bacaba*), fruto amazônico com propriedades antioxidantes e emolientes, também propuseram uma formulação baseada em tensoativos suaves, conservante livre de parabenos e coadjuvantes naturais. Os ingredientes empregados por aqueles autores foram álcool cetílico (com função de espessante), cocoamidopropilbetaína (como tensoativo secundário), SCI (surfactante primário), farinha de arroz (coadjuvante na formação de sabão), nipaguard (agente antimicrobiano de amplo espectro, composto por uma mistura sinérgica de ácido benzoíco, caprilato de sorbitano e propanodiol, com efeito conservador) e óleo de bacaba (como ativo emoliente e antioxidante).

Comparando a formulação de Silva *et al.* (2025) à proposta no presente trabalho para as barras emulsificadas, nota-se uma semelhança entre os tipos de ingredientes selecionados, bem como entre os percentuais de cada componente. Foram próximos os teores de SCI, empregado em ambos os casos como surfactante primário, bem como de álcoois e de conservador. No entanto, neste trabalho, empregou-se uma combinação de álcoois cetílico e cetoestearílico, enquanto Silva *et al.* (2025) utilizaram apenas o cetílico.

O acréscimo de álcool cetoestearílico visou aumento da lubricidade do shampoo e maior poder de emulsificação na lavagem dos fios de cabelo. Quanto ao agente conservador, enquanto aqueles autores optaram por empregar uma mistura de compostos químicos, extrato glicólico de própolis, agente antimicrobiano de origem 100% natural, foi utilizado na formulação proposta no presente trabalho com intuito de conferir a mesma ação. Quanto à parte oleosa, enquanto aqueles autores optaram por selecionar um óleo específico do fruto amazônico em questão, o teor total de óleo da formulação proposta no presente trabalho resultou de uma combinação de óleos vegetais, óleo essencial e manteiga de karité, diversificando o potencial de propriedades positivas agregadas ao shampoo.

Testes e Caracterizações

Teste de pH

Na Figura 2, observa-se a variação do pH das barras obtidas por ambas as formulações durante um intervalo de 31 dias. O shampoo feito pelo método de emulsificação teve sua faixa de pH oscilando entre 3 e 4 durante o período de 31 dias. No entanto, a partir do 14º dia de cura, o pH da amostra foi crescendo gradativamente até alcançar a faixa de interesse, que está entre 4 e 5 (SILVA, 2019). A título de comparação, o pH do shampoo emulsificado de Silva *et al.* (2025), contendo óleo de bacaba, manteve-se estável em 6,0. Similarmente, Lima *et al.* (2023), que testaram 9 formulações diferentes para shampoos sólidos emulsificados por meio de delineamento experimental de mistura, reportaram que os valores de pH das formulações chegaram a no máximo 6,6 ao longo do ensaio de estabilidade nas condições de armazenamento em temperatura ambiente, em estufa a 40°C e em refrigerador por 30 dias, independentemente da temperatura de armazenamento.

Por outro lado, o shampoo saponificado teve uma redução significativa durante os dois primeiros dias de cura, porém essa atenuação não foi suficiente para que o pH entrasse na faixa ideal para o couro cabeludo. Vale ressaltar que o pH alcalino pode danificar a fibra capilar, deixando-a ressecada e abrindo as cutículas (CONVERSION, 2024).

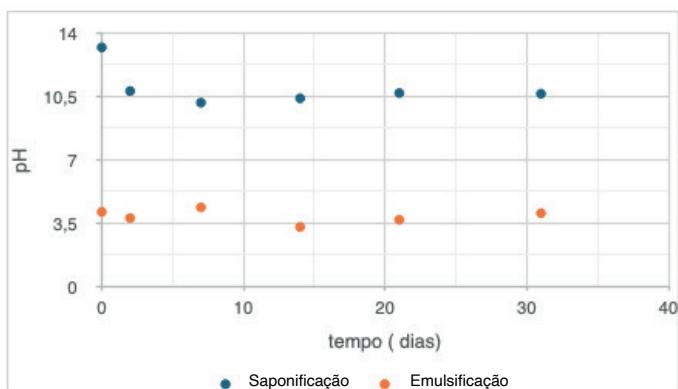


Figura 2. Variação do pH das diferentes barras de shampoo ao longo do tempo.

Fonte: Autoria própria.

Testes sensoriais

Para os testes sensoriais, as médias aritméticas das notas atribuídas encontram-se dispostas na Figura 3. Além disso, a média de cada parâmetro foi arredondada para o inteiro mais próximo e a respectiva interpretação qualitativa foi organizada na Tabela 9.

Com exceção da transferência significativa de material com o shampoo emulsificado, ambas as formulações tiveram uma recepção minimamente mediana em todos os aspectos. Quanto ao cheiro, embora a quantidade de óleo essencial tenha sido similar, a fragrância de eucalipto fixou mais intensamente, sendo um destaque positivo para a formulação saponificada. Silva *et al.* (2025) reportam que a ausência de fragrância foi o único aspecto sinalizado como ponto de melhoria em sua proposta de formulação de shampoo sólido emulsificado, ressaltando a importância desse parâmetro na percepção sensorial geral do produto.

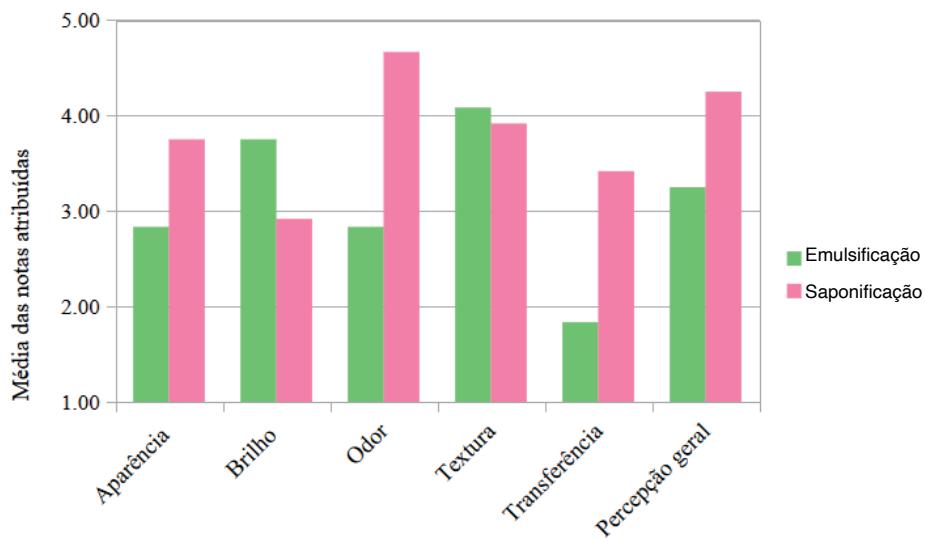


Figura 3. Média aritmética das notas atribuídas nos testes organolépticos para os métodos de emulsificação (coluna à esquerda, em verde) e saponificação (coluna à direita, em rosa).

Fonte: Autoria própria.

Percebeu-se que a formulação saponificada apresentou melhor ou igual desempenho que a emulsificada em 5 de 6 parâmetros avaliados, sendo satisfatória (nota próxima de ou maior que 4) na maioria dos itens. Considerando que, dentre os critérios, também está a percepção geral, a qual reflete a qualidade da experiência como um todo, o shampoo com saponificação consolida-se como comparativamente preferível, no âmbito sensorial.

| | Emulsificação | Saponificação |
|------------------------|------------------------------|-----------------|
| Aparência | Intermediária | Bonita |
| Brilho | Brilhante | Intermediário |
| Odor | Neutro | Muito agradável |
| Textura | Suave | Suave |
| Transferência | Transfere significativamente | Intermediário |
| Percepção geral | Neutra | Boa |

Tabela 9. Interpretação qualitativa aproximada dos testes organolépticos para os métodos de emulsificação e saponificação.

Fonte: Autoria própria.

Teste de resistência à água

Diante da realização do procedimento de teste de resistência à água (Figura 4), notou-se que o shampoo feito com formulação e processo de saponificação apresentou alto nível de dissolução em água e de deformação, o que indica baixa durabilidade e integridade estrutural do produto. Assim, avaliou-se tal produto como tendo baixa resistência à água. Já na barra obtida por formulação e processo de emulsificação, observou-se que os aspectos físicos não foram afetados significativamente, o que indica alta durabilidade e boa resistência à água, o que é desejável para a categoria de produto desenvolvido.

Ao contrário dos resultados positivos obtidos no presente trabalho para a resistência da formulação emulsificada, as barras formuladas por Lima *et al.* (2023) desmancharam muito facilmente e apresentavam baixa dureza. Os autores atribuíram tal resultado à necessidade de adequar a concentração dos agentes de consistência, como o álcool cetoestearílico, a fim de tornar as formulações mais resistentes a quebra. De fato, enquanto os autores empregaram uma concentração fixa de apenas 4 % m/m do referido álcool nas 9 formulações testadas, no presente trabalho, foram empregados 7 % m/m, além de mais 8 % m/m de álcool cetílico.



Figura 4. Aspecto do shampoo sólido à base de emulsificação (à esquerda) e saponificação (à direita), ao final do tempo de teste de resistência à água.

Fonte: Autoria própria.

Estabilidade da espuma

O teste de estabilidade da espuma revelou características importantes relacionadas ao desempenho de cada formulação dos shampoos, conforme mostra a Tabela 10. Inicialmente, a barra saponificada apresentou boa formação de espuma, atingindo um volume de 40 mL logo após a agitação. No entanto, a análise do comportamento da espuma ao longo do tempo mostrou uma redução progressiva no volume, com uma queda de 25% após 5 minutos, indicando uma estabilidade moderada.

Já o shampoo obtido por emulsificação apresentou baixa formação de espuma, atingindo 5 mL logo após a agitação. Entretanto, essa espuma continuou estável, com volume constante mesmo depois de 5 minutos de espera. No entanto, o baixo nível de volume de espuma deve ser considerado um ponto para melhoria, visto que a produção de espuma é essencial para a percepção de limpeza pelo consumidor. Como esta é promovida pela ação dos surfactantes presentes na formulação e o teor de SCI da formulação emulsificada do presente trabalho foi similar ao utilizado por Silva *et al.* (2025), melhores resultados eram esperados, tendo em vista que os autores reportaram $22,98 \pm 0,72$ mL em seu trabalho. No entanto, nota-se que a razão entre a massa de shampoo e o volume de água empregado no teste de espuma no presente trabalho foi cerca de 10 vezes menor que a empregada na referência citada, podendo explicar tal divergência.

| | V imediato (mL) | V após 5 min (mL) | Variação de altura da coluna de espuma (mL) |
|---------------|-----------------|-------------------|---|
| Saponificação | 40 | 30 | 10 |
| Emulsificação | 5 | 5 | 0 |

Tabela 10. Resultados do teste de estabilidade da espuma.

Fonte: Autoria própria.

Teste de Resistência à queda

O teste de resistência à queda revelou importantes características relativas à usabilidade prática dos shampoos em barra, tendo em vista a possibilidade da ocorrência de quedas accidentais em situações cotidianas de uso. Nesse contexto, o shampoo feito por saponificação apresentou mais elevada resistência a quedas e impactos, não sendo notada nenhuma mudança significativa em sua estrutura após a primeira e a segunda queda e apenas uma leve deformação e torção na barra após a terceira queda. Já o shampoo emulsificado apresentou menor rigidez em sua composição, se mostrando mais suscetível a danos e alterações de formato por quedas, tendo apresentado deformações significativas após a primeira e a terceira quedas e pequenas rupturas após a segunda queda. Tal comportamento é explicado pela presença de ligações químicas fortes resultantes da reação de saponificação, que conferem maior rigidez às barras oriundas desse processo.

Análise microbiológica

Ao final do tempo de incubação previsto, as colônias formadas nas placas de Petri foram visualizadas, como mostra a Figura 5. As duas primeiras placas, da esquerda para a direita, são referentes às barras emulsificadas, enquanto as duas últimas são das saponificadas. O resultado é dado multiplicando-se o número de colônias encontrado pela recíproca da diluição plaqueada.

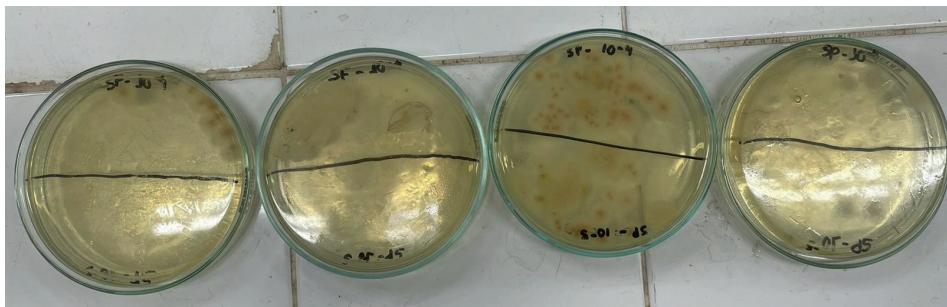


Figura 5. Placas de Petri após incubação.

Fonte: Autoria própria.

Quanto à formulação emulsificada, na primeira placa é possível visualizar 12 colônias para a diluição de 10^{-4} e nenhuma para a de 10^{-5} . Já na segunda, contaram-se 8 colônias para a diluição 10^{-4} , e novamente nenhuma para 10^{-5} . Analisando a formulação por saponificação, na terceira placa contaram-se 31 colônias para a diluição de 10^{-4} , e 18 colônias para a de 10^{-5} . A quarta, por sua vez, apresentou 3 colônias para a concentração 10^{-4} , e nenhuma para 10^{-5} . Realizando os cálculos, obtém-se os resultados apresentados na Tabela 11, que expressa a quantidade de unidades formadoras de colônias por mL de uma solução resultante da dispersão de 1 g de shampoo por 99 mL de água estéril.

| Placa | Concentração (UFC/mL) | |
|------------------------|-----------------------|--------------------|
| | Diluição 10^{-4} | Diluição 10^{-5} |
| 1 – barra emulsificada | 120000 | 0 |
| 2 – barra emulsificada | 80000 | 0 |
| 3 – barra saponificada | 310000 | 90 |
| 4 – barra saponificada | 30000 | 0 |

Tabela 11. Contagem de colônias ao final da análise de contagem padrão.

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que os valores das placas inoculadas pelas barras emulsificadas apresentam valores próximos entre si, fato este que não se repete para as saponificadas, com valores muito expressivos para a de número 3. Tal problemática pode ser reflexo de um erro de inoculação, como falha de esterilização dos equipamentos e instrumentos, ou um simples descuido do operador no momento de realizar o esfregaço do material.

De acordo com a RDC nº 481/1999, os produtos cosméticos que não se destinam ao uso infantil, à área dos olhos ou ao contato com mucosas devem apresentar um limite máximo de 5.000 UFC/mL (ANVISA, 1999). Dessa forma, nenhum dos ensaios realizados apresentou resultados dentro das recomendações do Ministério da Saúde. Esse desvio pode ser explicado pelo intervalo de tempo entre a finalização da formulação e o início dos testes microbiológicos, durante o qual as barras permaneceram expostas a um ambiente não controlado, com circulação de pessoas, variações de temperatura, entrada de poeira e presença de umidade, fatores que favorecem a contaminação microbiológica. Em condições ideais, espera-se que os valores obtidos fiquem dentro do limite permitido, considerando que a baixa quantidade de água presente nas formulações de shampoos sólidos proporciona maior estabilidade microbiológica em comparação com os shampoos líquidos.

Ainda assim, um fator que deve ser levado em consideração é como os ensaios com a barra emulsificada apresentaram menos colônias. Além de uma menor quantidade de água na formulação, ainda se utilizou o extrato glicólico de própolis como conservante natural, preservando a integridade da barra contra maiores contaminações provindas do ambiente de armazenagem. No entanto, ao comparar com os resultados de Silva *et al.* (2025), que utilizaram nipaguard como conservador, o efeito antimicrobiano da mistura de compostos químicos foi superior ao do extrato natural empregado no presente trabalho. Como nipaguard é considerado compatível com formulações naturais, por ser livre de parabenos, seu acréscimo em estudos futuros de aprimoramento dos shampoos aqui propostos deve ser avaliado, tanto em termos de estabilidade microbiana quanto de custos. Ao mesmo tempo, diferentes dosagens do extrato de própolis podem ser avaliadas, considerando que pode-se ter trabalhado com dosagem inferior à concentração mínima inibitória, também conhecida como MIC, do inglês *minimal inhibitory concentration*.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pelas caracterizações dos dois tipos de shampoos desenvolvidos foram positivos em distintos aspectos. Observou-se melhor desempenho do shampoo saponificado nos testes de fissura e resistência à queda e na ampla maioria dos parâmetros avaliados nos testes organolépticos, tendo também apresentado maior e mais significativa formação de espuma. Por outro lado, o shampoo emulsificado apresentou resultados mais proeminentes nos testes de resistência a água e pH, que ficou no nível seguro para utilização no couro cabeludo humano. No teste microbiológico, nenhuma formulação foi bem-sucedida, passando do limite máximo de 5.000 UFC/mL orientado pela ANVISA, mas o shampoo feito por saponificação apresentou maior número de colônias que o feito por emulsificação.

Dante do exposto, pode-se concluir que as formulações são promissoras, embora sejam necessários aprimoramentos nas características organolépticas e nas de resistência física dos shampoos sólidos obtidos por emulsificação. Ademais, para trabalhos futuros, sugere-se a realização de testes complementares de estabilidade acelerada, validade estendida e desempenho sob uso repetido. Por fim, também é interessante realizar estudos de viabilidade técnico-econômica da produção em larga escala, visando à redução de custos produtivos, dada a importância ecológica e sanitária de sua ampla distribuição e uso.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 481, de 23 de setembro de 1999. Estabelece parâmetros de controle microbiológico para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. Diário Oficial da União, 1999.

APELBLAT, A. **Citric Acid.** 1a Ed. [S. I.]. Springer, 2014.

BALA, R. Jojoba - the gold of desert. Em: Deserts and Desertification. [s.l.] IntechOpen, 2022.

BOKA, V.-I. et al. Bee products in cosmetic industry: Propolis extract a potent “microbiome friendly” active ingredient. **Planta Medica**, v. 88, n. 15, p. 1495, 2022.

BOTEGA, D. C. Z. **Desenvolvimento de organogéis para aplicação em emulsões a frio para produtos cosméticos.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas - SP, 2018.

BOUILLON, C.; WILKINSON, J. **The Science of Hair Care.** 2a Ed. Boca Ranton: Taylor & Francis e-Library, 2005.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos.** 2a Ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

CARLUCCI, J. P. L. **Estudos de pré-formulação e desenvolvimento de cosméticos linha Clin.** TCC (Graduação em Farmácia-Bioquímica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Araraquara - SP, 2017.

CARVALHO, T. da R. et al. Óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*: uma proposta para tratamento de disfunções capilares. **Seven Editora**, [S. I.], p. 110-126, 2023.

CHAKRABARTY, S. et al. Bioactivities of jojoba oil beyond skincare. **Journal of medicinal food**, v. 27, n. 7, p. 579-588, 2024.

CONVERSION, A. O que é o pH do shampoo e como ele atua na saúde dos cabelos? **B.O.B BARS OVER BOTTLES**, 30 set. 2024. Disponível em: <https://www.usebob.com.br/blogs/news/ph-do-shampoo>. Acesso em: 22 out. 2024

CUBAS, A. L. V., BIANCHET, R. T., REIS, I. M. A. S., GOUVEIA, I. C. **Plastics and Microplastic in the Cosmetic Industry: Aggregating Sustainable Actions Aimed at Alignment and Interaction with UN Sustainable Development Goals.** Santa Catarina, Brasil, Polymers, 2022.

D'AGUIAR, V. R. F.; SAMPAIO, T.C. O. **Estudo comparativo das pegadas ambientais de xampu sólido e xampu líquido convencional por Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).** TCC (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.

EL GENDY, S. N. et al. A review of the desert gold jojoba (*Simmondsia chinensis*) whole plant, oil, and meal: Phytochemical composition, medicinal uses, and detoxification. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 100, n. 8, p. 591–614, 2023.

FERREIRA, M.S.; MAGALHÃES, M.C.; OLIVEIRA, R.; SOUSA-LOBO, J.M.; ALMEIDA, I.F. Trends in the use of botanicals in anti-aging cosmetics. **Molecules**, v. 26, p. 3584, 2021.

FONSECA, R. G. et al. Physicochemical and antimicrobial properties of copaiba oil: implications on product quality control. **Acta scientiarum polonorum. Technologia alimentaria**, v. 14, n. 3, p. 215–225, 2015.

FRANÇA, K. S. M. de. **Avaliação das diferenças funcionais e estruturais do couro cabeludo.** Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial) – Programa de Mestrado Profissional em Biotecnologia Industrial, Universidade Positivo. Curitiba, p. 74, 2016.

GAD, H. A. et al. Jojoba oil: An updated comprehensive review on chemistry, pharmaceutical uses, and toxicity. **Polymers**, v. 13, n. 11, p. 1711, 2021.

GARCIA, A.F.S.R. et al. Uso do óleo vegetal de pracaxi como silicone natural na haste capilar, Brazilian Journal of Natural Sciences, 2020, v.3, n.3, novembro de 2020.

GUEDES, L. B. **Tendências Tecnológicas De Produtos De Cuidados Com O Cabelo A Partir De Um Viés Sustentável.** TCC (Graduação em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2023.

ISO. **ISO 17516:2014 – Cosmetics – Microbiology – Microbiological limits.** Geneva: International Organization for Standardization, 2014.

KOBAYASHI, C. et al. Pharmacological evaluation of *Copaifera multijuga* oil in rats. **Pharmaceutical biology**, v. 49, n. 3, p. 306-313, 2011.

KOHL, R. S. **Desenvolvimento e caracterização de xampu sólido utilizando diferentes óleos vegetais.** TCC (Graduação em Engenharia Química) – Curso de Engenharia Química, Universidade do Vale do Taquari – Univates. Lajeado - RS, 2021.

KUMAR, R. et al. The Chemistry and Pharmacological Study of *Copaifera* spp. Oils. Em: The Chemistry inside Spices & Herbs: Research and Development. [S. l.], Bentham Science Publishers, p. 79-116, 2024.

LEVINBOOK, W. S. **Considerações gerais sobre o crescimento capilar.** Manual MSD, 2024.

LILJEQUIST, A. G. “**Soft, Glossy Tresses”:** Shampoo Advertisements, White Women’s Hair, and the Late- and PostWorld War II Domestic Ideal. University of Kansas, 2015.

LIMA, L. S. de; ILLICETO, G. C.; VELASCO, M. V. R.; DARIO, M. F. Development and evaluation of the effectiveness of the solid shampoo bar. **Biomedical and Biopharmaceutical Research**, v. 20, n. 2, p. 1-15, 2023.

MORAIS, E. J. F. **Estudo do uso do tensoativo álcool cetoestearílico para remoção de corante em efluentes têxteis.** TCC (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semiárido. Caraúbas - RN, 2021.

PEDRO, R. **Síntese e propriedades de tensoativos zwitteriônicos: 3-acilamido-1-(N,N-dimetilpropanobetaínas).** Dissertação (Mestrado em Ciências - Área química orgânica), Instituto de Química, Universidade de São Paulo. São Paulo - SP, 2001.

PROKSCH, E. pH in nature, humans and skin. **Journal of Dermatology**, v. 45, n. 9, p. 1044-1052, 2018.

REÁTEGUI, J. L. P. et al. Production of copaiba (*Copaifera officinalis*) oleoresin particles by supercritical fluid extraction of emulsions. **The journal of supercritical fluids**, v. 140, p. 364–371, 2018.

ROSSETTI, N. Tricoficia difusa da pele glabra com persistência de lesões do couro cabeludo em adulto, por *Trichophyton violaceum*. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 01, n. 01, p. 85-114, 1941.

SANOVA, L.A., LISITSYN; A.N. Simulation of foaming ability, multiplicity, and foam stability of shampoo. **Russian Journal of Applied Chemistry**, v. 85, p. 898–906, 2012.

ROWE, R. C. et al. **Handbook of Pharmaceutical Excipients**. 5a Ed. Londres, Grayslake e Washington: Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association, 2006.

SANT'ANNA, B. M. P. et al. Characterization of woody odorant contributors in copaiba oil (*Copaifera multijuga* Hayne). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 5, p. 984–989, 2007.

SILVA, R. M. S.; DA SILVA, J. V. S.; DA SILVA, C. S. M. Sustainable innovation in hair care: Solid shampoo formulation with bacaba oil (*Oenocarpus bacaba*). **Research, Society and Development**, v. 14, n. 7, p. e9614749289, 2025.

SILVA, G. et al. Formulação e elaboração de um produto shampoo-condicionador de base orgânica na forma sólida. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 29575-29587, 2019.

SILVA, J. et al. **A babosa e o carvão ativado na saúde da pele.** TCC (Técnico em Química) – ETEC Deputado Salim Sedeh. Leme - SP, 2021.

SILVA, M. V. da, et al. A review of the potential therapeutic and cosmetic use of propolis in topical formulations. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 10, n. 1, p. 131-141, 2020.

SOUZA, A. L. de.; FERREIRA, A. G.; SANTOS, L. A. dos; OLIVEIRA, L. C. G. de; SERAFIM, S. R. **COSMETOLOGIA VEGANA: Comparações de shampoos e seus impactos.** 2020, 35 f. Trabalho de Conclusão (Técnico em Química) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2020.

VITTI, A. M. S. et al. **Óleo Essencial de Eucalipto.** Documentos Florestais, v. 17, 2003.