

FORMULAÇÃO E ELABORAÇÃO DE UM NOVO XAMPU COM BAIXO TEOR DE SÓDIO UTILIZANDO DODECIL SULFATO DE FERRO COMO SURFACTANTE

Data de submissão: 07/02/2023

Data de aceite: 01/03/2023

Giancarlo Di Vaccari Botteselle

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Departamento de Química
Guarapuava – PR
<https://orcid.org/0000-0001-8047-7770>

Maria Gabrielle Silva Araujo

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Departamento de Química
Guarapuava – PR
<https://lattes.cnpq.br/0737310647153654>

Sueli Pércio Quináia

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Departamento de Química
Guarapuava – PR
<https://orcid.org/0000-0002-1485-1063>

Daniel de Paula

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Departamento de Farmácia
Guarapuava – PR
<http://lattes.cnpq.br/1846628990988101>

Camila Freitas de Oliveira

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Departamento de Farmácia
Guarapuava – PR
<http://lattes.cnpq.br/5256685601619268>

RESUMO: No varejo de produtos de beleza, especialmente no segmento capilar, o xampu é um dos itens de higiene pessoal mais populares, com milhares de marcas oferecendo diferentes linhas para atender a diversidade étnica e cultural da população brasileira. Apesar de ser um produto que tem por finalidade a limpeza e por consequência os cuidados com os fios, algumas linhas comercializadas possuem cloreto de sódio como agentes de espessamento e conservante, o que pode desidratar os cabelos, causar ressecamento e desequilibrar seu pH natural. Vale ressaltar que os surfactantes lauril sulfato de sódio e lauril éter sulfato de sódio, comumente utilizados em formulações, possuem alto teor de sódio em sua composição. Tendo em vista que o sódio pode prejudicar a saúde capilar, o objetivo é remover os surfactantes lauril sulfato de sódio, lauril éter sulfato de sódio e a solução salina, e criar um xampu com baixo teor de sódio, utilizando o composto dodecil sulfato de ferro ($\text{Fe}(\text{DS})_3$) como surfactante, além de excluir o NaCl da formulação. Desse modo, o $\text{Fe}(\text{DS})_3$ foi sintetizado e incorporado na formulação do xampu base e, aspectos como características organolépticas, pH, capacidade espumógena e testes de

estabilidade acelerada foram avaliados. Além disso, foi determinado a quantidade de sódio no xampu e os valores comparados aos dos produtos presentes no varejo. Foram desenvolvidas quatro formulações diferentes, porém todas com a presença do $\text{Fe}(\text{DS})_3$. A formulação final apresentou pH de 5,94, capacidade espumógena e as características organolépticas adequadas. A formulação foi aprovada no teste de estabilidade acelerada e o xampu base contendo $\text{Fe}(\text{DS})_3$ obteve um resultado de 0,80 g/L de Na. Comparando o xampu base com as opções comerciais disponíveis ao consumidor amplo, o produto desenvolvido apresentou redução significativa do teor de sódio.

PALAVRAS-CHAVE: Xampu sem sódio; Surfactante de Ferro; Formulação de xampu.

FORMULATION AND PREPARATION OF A NEW SHAMPOO WHIT LOW SODIUM CONTENT USING IRON DODECYL SULFATE AS SURFACTANT

ABSTRACT: In the beauty retail, especially in the hair products segment, shampoo is one of the most popular personal hygiene items, with thousands of brands offering different lines to meet the ethnic and cultural diversity of the Brazilian population. Despite being a product developed to clean and take care of the hair strands, some shampoo contains sodium chloride as thickening and preserving agent, which can dehydrate hair, cause dryness, and disrupt their natural pH. It is worth noting that the sodium lauryl sulfate and sodium lauryl ether sulfate surfactants commonly used in shampoo formulations have a high sodium content in their composition. As the sodium can damage hair health, the focus of work is to remove the surfactants sodium lauryl sulfate, sodium lauryl ether sulfate, as well as saline solution, which is commonly used in shampoo formulations, and create a low-sodium shampoo, using the compound iron dodecyl sulfate $\text{Fe}(\text{DS})_3$ as a surfactant. Thus, the $\text{Fe}(\text{DS})_3$ was synthesized and incorporated into the shampoo formulation, and aspects such as organoleptic properties, foaming ability and accelerated stability tests were evaluated. In addition, the amount of sodium was determined and the values were compared to those of products available at retail. Four different formulations were developed in the presence of $\text{Fe}(\text{DS})_3$. The final formulation showed pH as 5.94, adequate foaming ability and organoleptic properties. The formulation was approved in the accelerated stability test and the base shampoo containing $\text{Fe}(\text{DS})_3$ showed a Na concentration of 0.80 g/L. Comparing the base shampoo with commercial options available to the broad consumer, the developed product showed a reduction in the sodium presence.

KEYWORDS: Sodium-free shampoo; Iron-surfactant; Shampoo formulation.

1 | INTRODUÇÃO

A história do uso de produtos para limpeza dos cabelos remonta a antiguidade, com exemplos encontrados na antiga civilização egípcia, em que se utilizavam misturas de argila, leite e cinzas para limpar os cabelos (CHAUDHRI; JAIN, 2014). Já na Índia antiga, as pessoas utilizavam misturas de ervas e óleos para limpar e condicionar os cabelos (BALASUBRAMANIAN, 2015). No entanto, o xampu como é conhecido hoje, um produto líquido formulado especificamente para limpeza dos cabelos, teve o seu desenvolvimento difundido no início do século XX. Os primeiros xampus líquidos eram feitos de sabão e

apresentavam alta irritabilidade, no entanto, com o desenvolvimento de novos surfactantes, mais suaves e biodegradáveis, foram possíveis formulações mais suaves e adequadas para diferentes tipos de cabelos, tornando-se disponíveis para consumo em massa a partir da década de 1930 (DRAELOS, 2010).

Nesse contexto, atualmente, os xampus são um dos cosméticos mais utilizados no dia a dia da população em geral, sendo encontrados na forma de barra, líquido cremoso, gel ou mesmo em pó. No varejo, são disponibilizados com várias classificações de acordo com cada tipo de cabelo, e oferecendo benefícios específicos como hidratação para cabelos danificados por produtos químicos, proteção da coloração, definição de cachos, entre outros (AMIRALIAN, 2018).

Os xampus foram desenvolvidos com a capacidade de remover gordura, resíduos da poluição do dia a dia, células mortas e suor que ficam no couro cabeludo e nos fios. O sebo ou a gordura que se forma no couro cabeludo é secretado pelas glândulas sebáceas, que também estão presentes nas cutículas do cabelo. Esse revestimento previne o desenvolvimento de bactérias e a perda da água do interior do fio e, dessa forma, mantém o cabelo macio e brilhante (BARBOSA; SILVA, 1995).

Os principais reagentes da formulação dos xampus são os surfactantes, os quais têm a função de diminuir a tensão superficial da fase aquosa, assim, reduzindo a aderência das sujidades da haste capilar e facilitando sua remoção (AMIRALIAN, 2018; SOUZA, 2015). Além deles, existem outros constituintes importantes nos xampus, como os reguladores de viscosidade que aumentam essa característica do produto, impactando em sua estabilidade, seu sensorial e sua aparência, os agentes quelantes, que são utilizados para evitar problemas de estabilidade, como mudança de cor, cheiro e aparência (AMIRALIAN, 2018), os reguladores de viscosidade que estão presentes para controle do pH, e os agentes espumantes, que são responsáveis pela cremosa espuma encontrada nessa classe de cosméticos (SOUZA, 2015).

Dentre os compostos que podem ser utilizados para aumentar a viscosidade do produto, o cloreto de sódio (NaCl) é um dos mais utilizados, todavia, NaCl em grandes quantidades pode ser prejudicial à saúde dos fios capilares, acarretando na desidratação da fibra, tornando o cabelo mais poroso, podendo resultar em mexas quebradiças e opacas (CALEFFI; HEIDEMANN, 2007).

Na formulação de xampus o NaCl tem sido alvo de controvérsia. Isso se deve ao fato de que muitos consumidores, profissionais da área capilar e campanhas publicitárias de “xampus sem sal” (que informam a ausência de cloreto de sódio na formulação) veem esse componente como prejudicial aos aspectos sensoriais dos cabelos, podendo causar danos aos fios e couro cabeludo.

Apesar da ausência do NaCl, normalmente estão presentes outros surfactantes salinos que contêm sais de sódio, tais como o lauril sulfato de sódio, o lauril éter sulfato de sódio, entre outros (ALLEMAND; DEUSCHLE, 2018).

Desta forma, a busca por compostos que possam substituir estes sais nas formulações de xampu é de grande interesse, tanto científico quanto comercialmente. Nesse contexto, o composto $\text{Fe}(\text{DS})_3$ (Figura 1) pode ser uma alternativa para formulação de xampu base com baixo teor de sais de sódio, sendo que sua utilização com essa finalidade não é abordada na literatura. Outros fatores positivos sobre essa substituição são: a disponibilidade da matéria prima, a baixa toxicidade do material, o baixo custo e a estabilidade destes sais de ferro (DUARTE, 2019).

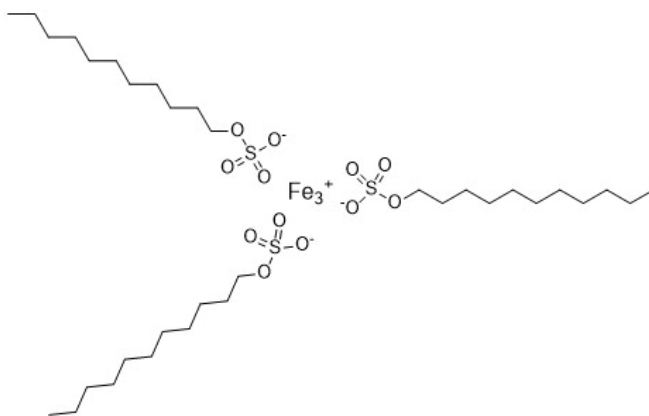


Figura 1 – Estrutura do composto dodecil sulfato de ferro ($\text{Fe}(\text{DS})_3$).

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

2 | METODOLOGIA

2.1 Síntese do composto $\text{Fe}(\text{DS})_3$

A síntese do $\text{Fe}(\text{DS})_3$ foi realizada conforme metodologia descrita na literatura (PRADHAN; PAUL; DAS, 2013). Para tanto, misturou-se uma solução de FeCl_3 (0,63 g; 3,85 mmol em 100 mL de água) a uma solução de dodecil sulfato de sódio (SDS; 3,40 g; 11,60 mmol em 20 mL de água). A mistura reacional foi agitada a temperatura ambiente por 30 minutos e o sólido formado foi filtrado e lavado com água (5 x 50 mL) e seco em rotaevaporador. O rendimento do produto foi de 81 % (2,66 g), como um sólido de coloração amarela; p.f.: 211-212 °C (lit. 210 °C); $\text{IV } v_{\text{max}}/\text{cm}^{-1}$: 1163; 1307 (bandas características).

2.2 Formulação do xampu

Para a preparação de 100 mL do xampu, adicionou-se em um béquer de 200 mL uma solução de glicerina (10,0 g), nipagin (0,2 g), ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA; 0,1 g), hidroxietilcelulose (1,0 g) e dietanolamina do ácido graxo do coco (5,0 g). Em seguida foi adicionado uma solução de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ (6,47 g, dissolvido em 100 mL de água destilada)

a temperatura de 100° C.

2.3 Ensaios Organolépticos

Os ensaios organolépticos estão relacionados à forma como a matéria se apresenta através dos sistemas sensoriais, que podem ser analisados por meio comparativo com o objetivo de verificar alguma alteração na formulação do xampu e foram analisados pelos parâmetros de cor, aspecto e odor (ANVISA, 2008).

2.4 Teste de estabilidade acelerada

O teste de estabilidade foi realizado em triplicata com a formulação submetida a temperaturas de no mínimo -6° C e máximas de 40° C, com esses limites podendo variar em $\pm 3^\circ$ C. O produto foi exposto a cada extremo de temperatura durante 6 ciclos de 24 h, totalizando 12 dias de ensaios, intercalando o uso do refrigerador e da estufa (Brasil, 2004). Após esse período foram realizados novamente os ensaios organolépticos, de pH e espumógeno.

2.5 Análise do potencial hidrogeniônico

Utilizaram-se duas soluções para correção do potencial hidrogeniônico (pH) do xampu: a solução de trietanolamina caso o xampu apresentasse o pH abaixo de 5,5, sendo adicionada gota a gota, e uma solução de 1:10 de ácido cítrico, caso o pH estivesse acima de 6,0. Para essa análise foi utilizado um pHmetro de bancada sendo as medidas realizadas em meio aquoso e o procedimento realizado em triplicata.

2.6 Análise da capacidade espumógena

Em uma adaptação do método de “Ross-Miles” (AMARAL; NEVES; OLIVEIRA; BAHIA, 2008), adicionou-se 0,1 g do xampu base e 10 mL de água destilada em uma proveta graduada de 50 mL, seguido de agitação por meio de inversão rápida por 5 vezes. Os valores obtidos foram anotados nos intervalos de 0; 5; 10; 15 e 30 minutos após início da agitação. O procedimento foi realizado em triplicata.

2.7 Determinação de sódio por espectrometria atômica

O elemento Na foi quantificado por Espectrometria de Absorção Atômica - FAAS (Varian modelo AA 220) no modo emissão. Os parâmetros instrumentais de análise usados foram os recomendados pelo manual do próprio equipamento, sendo eles: comprimento de onda de 330,3 nm; fenda de entrada de 0,1 nm e gases Ar\acetileno para a combustão da chama. Solução padrão de Na, na concentração de 1000 mg L⁻¹ (Biotec®), foi usado no preparo das soluções para a curva de calibração (5, 8, 12 e 18 mg.L⁻¹).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização e preparo do xampu incorporando o composto Fe(DS)₃

Utilizou-se os dados da formulação do xampu base para sulfeto de selênio, o qual apresenta alto teor de sódio, como exemplo de um xampu que contém NaCl, a fim de realizar um comparativo com os xampus desenvolvidos no presente trabalho. Conforme é mostrado na Tabela 1, os principais componentes presentes nesse xampu são os surfactantes lauril éter sulfato de sódio e lauril sulfato de sódio, assim como a solução de cloreto de sódio a 10%, para ajuste da viscosidade.

Componentes	Fase	Quantidade (g)	Função
Metilparabeno (Nipagin)	1	0,15	preservante
Água Deionizada	1	50	veículo
Dietanolamina de Ácido Graxo de Coco	2	3	sobreengordurante
Lauril Éter Sulfato de Sódio	2	35	tensoativo
Lauril Sulfato de Sódio	2	5	tensoativo
Água Deionizada	2	100	veículo
Ácido Cítrico	3	0,1	acidulante
Solução de Cloreto de Sódio a 10%	4	qs	ajuste de viscosidade

Tabela 1 – Composição do xampu base para sulfeto de selênio 100 g (LOYD; NICHOLAS; HOWARD, 2013)

Desse modo, foram desenvolvidas 4 diferentes formulações de xampus, contendo o composto Fe(DS)₃ em substituição aos surfactantes lauril éter sulfato de sódio e lauril sulfato de sódio e a solução de cloreto de sódio 10 %. A Tabela 2 mostra a composição das 4 formulações preparadas.

Componentes	Fase	Função	F1	F2	F3	F4
Metilparabeno (Nipagin)	1	preservante	0,04 g	0,04 g	0,04 g	0,2 g
Glicerina	1	umectante	2 g	2 g	2 g	10 g
Dietanolamina de Ácido Graxo de Coco	1	sobreengordurante	1 g	1 g	1 g	5 g
EDTA	1	quelante	0,02 g	0,02 g	0,02 g	0,1 g
Hidroxietilcelulose	1	espessante e agente gelificante	-	0,4 g	0,2g	1 g
Cocamide Mea	1	espessante e agente gelificante	0,4 g	-	-	-
Água Deionizada	2	veículo	20 mL	20 mL	20 mL	100 mL
Fe(DS) ₃	2	surfactante	0,65 g	0,65 g	0,65 g	6,47 g
Trietanolamina	3	basificante	qs	qs	qs	qs

Tabela 2 – Formulações de xampus base contendo Fe(DS)₃.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A Cocamide Mea foi testada como espessante e agente gelificante na Formulação 1 (F1), porém, mesmo com aquecimento, não apresentou boa solubilidade e foi necessário filtrar a amostra em papel filtro devido a formação de grânulos brancos em sua composição.

Desse modo, no preparo da formulação 2 (F2), substituiu-se a Cocamide Mea pela Hidroxietilcelulose (0,4 g em 20 mL), a fim de evitar a formação desses granulados. No entanto, embora tenha apresentado uma alta viscosidade e um aspecto similar a um gel, essa alteração ainda não foi adequada para um xampu líquido.

Com isto, utilizou-se a metade da quantidade de Hidroxietilcelulose (0,2 g em 20 mL) para a formulação 3 (F3), porém, ainda assim, o resultado foi uma mistura inadequada e excessivamente aquosa para uma formulação de xampu.

Por outro lado, devido à baixa viscosidade do xampu, aumentou-se a concentração da solução de Fe(DS)₃ para 6,47 g em 100 mL na formulação 4 (F4), esta apresentou os melhores resultados organolépticos, espumógenos e de viscosidade, ao que se refere a uma formulação para o uso como xampu. Desse modo, determinou-se a formulação 4 como a composição ideal para a preparação e caracterização de um novo xampu base de Fe(DS)₃.

Como observado, a presença do Fe(DS)₃ possui fundamental importância para constituição do xampu. Nesse sentido, o Fe(DS)₃ possui a função de surfactante, o qual pode suavizar o cabelo, dispersando o óleo do couro cabeludo na água e diminuindo a tensão superficial. Tal funcionalidade ocorre devido as propriedades intrínsecas de um surfactante, que é uma molécula constituída de duas partes distintas nas suas extremidades que contribuem para a emulsificação do óleo e da água. Uma extremidade da molécula é

hidrofílica (possui afinidade pela água) e uma outra é lipofílica (possui afinidade com óleo ou gorduras).

Por fim, é importante notar que em todas as formulações foi utilizado o EDTA, que é um conservante que auxilia na preservação do produto, evitando que oxide facilmente, devido à presença de ferro na formulação do xampu proposto.

3.2 Análise das propriedades organolépticas

A formulação final 4 (F4) do xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ foi submetida a testes físico-químicos e análise de suas propriedades organolépticas de acordo com o Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2008) e o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004). A ANVISA, órgão do governo brasileiro responsável pela padronização de produtos cosméticos, exige essa primeira etapa para cada formulação. Isso é para garantir que nenhum componente da formulação entre em conflito durante a análise e que o produto acabado mantenha suas propriedades organolépticas adequadas.

Com relação aos parâmetros organolépticos, a aparência, a cor e o odor da formulação 4 (F4) de xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$, obteve-se os seguintes resultados:

Cor: A tonalidade da base do xampu é âmbar com turbidez, porém, após a correção do pH, tornou-se avermelhado, reduzindo a turvação.

Aspecto: Apresentou-se na formulação uma separação de fase como é mostrado na Figura 2.

Odor: Apresentou características de odor dos componentes da fórmula (sem odor).

Potencial Hidrogeniônico (pH): 5,94.



Figura 2 – Xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ de formulação 4 (F4).

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.3 Teste de estabilidade acelerada e do potencial hidrogeniônico

Inicialmente foram preparadas três amostras para o teste de estabilidade acelerado, contendo 10 mL do xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ de formulação 4 (F4), conforme mostra a Figura 3.

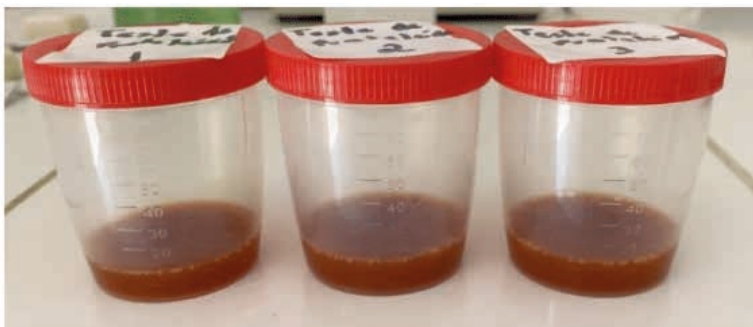


Figura 3 – Amostras em triplicata do xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ antes do teste de estabilidade acelerada.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Na sequência, essas amostras foram colocadas em congelador a temperatura de $-6^\circ (\pm 3^\circ \text{C})$ por 24 h e, em seguida, em estufa ($40^\circ \text{C} \pm 3^\circ$) por 24 h. Os resultados do teste de estresse térmico, mostraram que as amostras não sofreram alteração após os ciclos completos, indicando que a formulação final pode suportar variações de temperatura. Vale destacar que se observou uma parcial precipitação e separação de fases durante o processo, porém, ao final, o xampu mostrou-se inalterado. Em termos de propriedades organolépticas, a coloração avermelhada e a turvação parcial não se alteraram nestas condições.

Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), este não apresentou alteração significativa após o teste de estabilidade acelerada. Isso pode ser observado na Tabela 3, em que o pH inicial das três amostras do xampu da formulação 4 (F4) apresentou pH igual a 6,0 e, após o teste de estabilidade acelerada, valores de pH entre 5,90 a 5,97.

Amostra	pH inicial	pH após o teste de estabilidade acelerada
1	6,0	5,97
2	6,0	5,90
3	6,0	5,05

Tabela 3 – pHs dos xampus base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ antes e após o teste de estabilidade acelerada.

Recomenda-se que os xampus de uso diário tenham o pH na faixa de 5 a 7, quando o pH está básico ele pode causar abertura de cutícula, o que pode causar danos no fio capilar,

como queda por quebra, pH acima de 7 é desejado em casos de xampus antirresíduos. Um xampu neutro é de fato melhor para os cabelos do que um xampu alcalino, mas o ideal é que ele seja levemente ácido, o que de acordo com a literatura é a faixa de pH ideal para produtos cosméticos destinados a limpeza capilar, visto que é o mesmo pH do fio capilar (devido a produção de ácidos graxos pela glândula sebácea), não danificando o fio capilar e deixando o cabelo mais brilhoso devido a cutícula fechada (BARBOSA; SILVA, 1995; CORREIA et al., 2020).

3.4 Capacidade espumógena do xampu

A capacidade espumógena se refere à habilidade de uma solução para produzir uma espuma estável. Isso é medido através de testes, como o teste de Ross-Miles (AMARAL; NEVES; OLIVEIRA; BAHIA, 2008), que avalia a quantidade e a estabilidade da espuma gerada a partir de uma determinada solução.

Em termos de capacidade de produção de espuma, os testes foram realizados utilizando água destilada e o xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ na concentração de 0,1 %, o qual produziu uma coluna de espuma bastante satisfatória e estável após o tempo de análise pré-determinado, conforme mostra a Figura 4. Os valores de volume de espuma foram respectivamente de 13 mL, 17 mL e 19 mL.

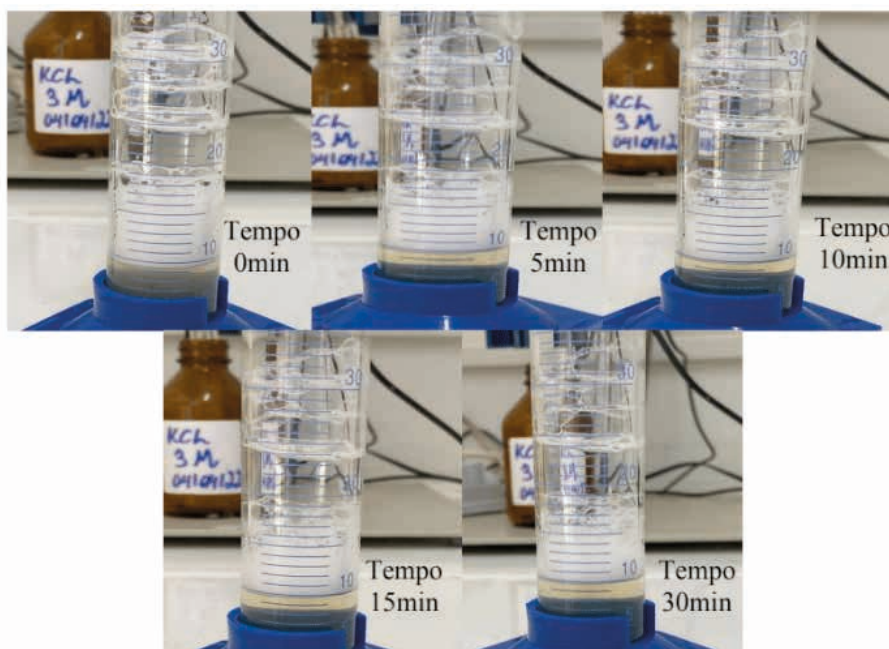


Figura 4 – Testes da capacidade espumógena nos tempos de 0; 5; 10; 15 e 30 min.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Vale destacar que os testes de capacidade espumógena foram realizados em triplicata e não houve alteração no resultado final. Além disso, após o teste de estabilidade acelerada foi realizado novamente os testes de capacidade espumógena e, obteve-se como resultado uma coluna de espuma satisfatória, assim como para o xampu inicial.

3.5 Determinação de sódio por espectrometria atômica

Inicialmente foi realizado uma curva de calibração com as soluções padrão de sódio, relacionando as intensidades de emissão do sódio em função de suas respectivas concentrações, conforme é mostrado no gráfico da Figura 5.

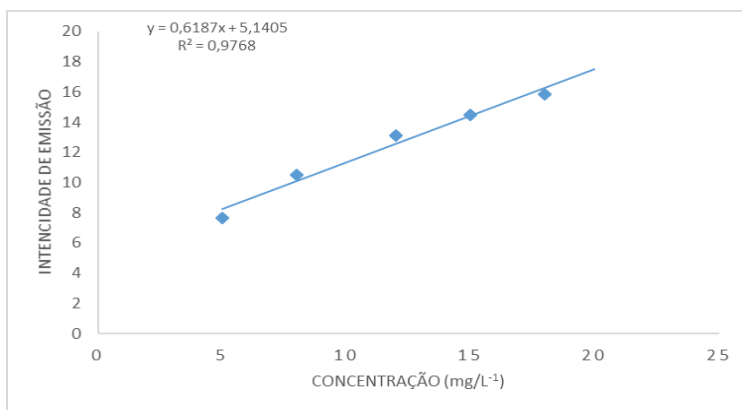


Figura 5 – Curva de calibração de sódio.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para fins de análise e comparação, duas amostras de xampus comerciais (xampu marca A e xampu marca B) foram escolhidas para comparar seus resultados quanto a concentração de sódio em relação ao xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ proposto. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 6.

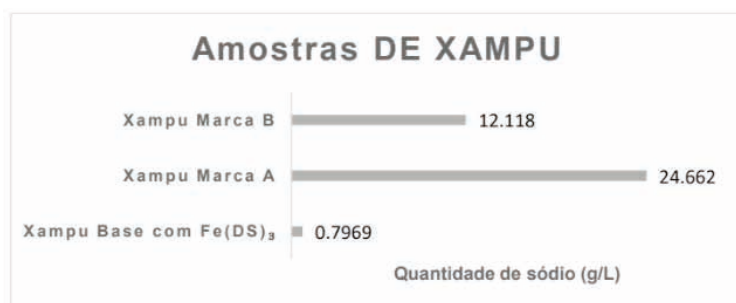


Figura 6 – Concentração de sódio nos xampus de marca A, B e no xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ apresentou uma concentração de $0,80 \text{ g}_{\text{Na}}/\text{L}$ em sua composição, enquanto o xampu de marca A uma concentração de $24,66 \text{ g}_{\text{Na}}/\text{L}$ e o de marca B de $12,12 \text{ g}_{\text{Na}}/\text{L}$. Isso equivale a aproximadamente 30 vezes mais sódio no xampu de marca A do que no xampu base de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ e 15 vezes mais no xampu de marca B. Estes resultados comprovam o sucesso da substituição dos sais de sódio pelo composto $\text{Fe}(\text{DS})_3$, levando a obtenção de uma nova formulação de xampu, sem a presença dos sais de sódio, muitas vezes indesejáveis.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de um novo xampu base contendo $\text{Fe}(\text{DS})_3$ em sua formulação com baixo teor de sódio foi bem-sucedida. Nesse sentido, este novo produto apresenta-se como uma alternativa ao mercado para a classe dos ditos xampus sem sal, em especial aos sais de sódio, uma vez que o sal de $\text{Fe}(\text{DS})_3$ substituiu os surfactantes de sódio, bem como o NaCl , presentes nas formulações encontradas no varejo atualmente.

O xampu desenvolvido manteve-se dentro de parâmetros estabelecidos pela ANVISA, tais como pH, características organolépticas e capacidade espumógena, antes e após o teste de estabilidade acelerado.

Através da análise por espectrometria atômica foi possível calcular os valores das concentrações de Sódio (Na°) nas amostras de xampus comerciais e do novo xampu preparado. O xampu proposto neste trabalho apresentou uma redução expressiva do elemento quando comparado aos xampus comerciais.

Portanto, os resultados deste trabalho apresentam potencial para o desenvolvimento de uma nova linha de xampus sem sais de sódio, além disso, outras vantagens foram observadas, como a facilidade de preparo, baixo custo e baixa toxicidade.

REFERÊNCIAS

ALLEMAND, A. G. S; DEUSCHLE, V. C. K. N. **Formulações em cosmetologia**. Porto Alegre: SAGAH, 2018, p. 95-102.

AMARAL, M.H.; NEVES, J.; OLIVEIRA, A.Z.; BAHIA, M.F. **Formability of detergent solutions prepared with different types of surfactants and waters**. Journal of Surfactants and Detergents, v.11, p. 275–278, 2008.

AMIRALIAN, L.; FERNANDES, R, C. **FUNDAMENTOS DA COMESTOLOGIA - SHAMPOOS**, Phisalia Produtos de Beleza Ltda. Osasco SP, Brasil, 2018.

BALASUBRAMANIAN, N.; Scented Oils and Perfumes. In: Chemical Technology in Antiquity. American Chemical Society, p. 219-244, 2015.

BARBOSA, E.; SILVA, RR. **Xampus**. Química Nova na Escola. 1995; 2: 36.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos**. 2. ed. Brasília: ANVISA, 2008. 121 p. Disponível em: Acesso em: 03 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos**. Brasília, 2004. Disponível em: < <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cosmeticos.pdf>>. Acesso em: 19 setembro 2022.

CALEFFI, R. HEIDEMANN, TR. **Cloreto de sódio: análise de sua função na formulação de xampus para manutenção de cabelos quimicamente tratados**. São Paulo, 2007.

CHAUDHRI, S. K.; JAIN, N. K. **History of cosmetics**. Asian Journal of Pharmaceutics (AJP), v. 3, n. 3, p. 164-167, 2014.

CORREIA, D.; MÜNCHEN, S.; RODRIGUES, C.; SAUERWEIN, I. P. S.; **Xampu com ou sem sal: uma temática nas aulas de química no ensino médio**. Revista experiências em Ensino de ciências, v. 9, n. 2, p. 17-31, 2014.

DRAELOS, Z. D. Essentials of Hair Care often Neglected: Hair Cleansing. **International Journal of Trichology**. p. 24-29, 2010. Disponível em <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3002407/>>. Acesso em: 10 janeiro 2023.

DUARTE, H. A.; **FERRO - UM ELEMENTO QUÍMICO ESTRATÉGICO QUE PERMEIA HISTÓRIA, ECONOMIA E SOCIEDADE**. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170443>. Acesso em: 19 setembro 2022.

LOYD, V. A. J.; NICHOLAS, G. P.; HOWARD, C. A. **Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos**. Porto Alegre: Artmed, 9 ed. 2013, 371 p.

PRADHAN, K., PAUL, S., & DAS, A. R. **Fe(DS)₃, an efficient Lewis acid-surfactant-combined catalyst (LASC) for the one pot synthesis of chromeno [4, 3-b] chromene derivatives by assembling the basic building blocks**. Tetrahedron Letters, v. 54, p. 3105-3110, 2013.

SOUZA, S. Cosmetologia II. **IDENTIFICAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS EM COSMÉTICOS CAPILARES**. UNIASSELVI, 2015. p. 21-43.