

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE CONDICIONADOR *LEAVE IN* À BASE DO ÓLEO DAS SEMENTES DE *Mauritia flexuosa* (BURITI)

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF *LEAVE IN* CONDITIONER BASED ON SEED
OIL OF *Mauritia flexuosa* (Buriti)

LUBNA KARINE BESERRA SANTOS¹, VALÉRIA CARLOS DE SOUSA¹, HILDENEIDE ROCHA LIMA¹,
GLÁUCIA LAÍS NUNES LOPES^{2*}

1. Graduada em Farmácia pela Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí; 2. Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí.

* Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Petrônio Portela, Ininga, Teresina, Piauí, Brasil. CEP: 64049-550. glaucialaisnl@yahoo.com.br

Recebido em 11/10/2019. Aceito para publicação em 20/11/2019

RESUMO

O objetivo do estudo foi desenvolver um condicionador à base do óleo das sementes de *Mauritia flexuosa* (buriti) avaliando suas características físico-químicas, microbiológicas e de estabilidade. Para tanto, foram realizados testes de toxicidade sobre *Artemia salina*, atividade hemolítica, ensaio de determinação *in vitro* do Fator de Proteção Solar (FPS), características organolépticas, pH, condutividade, textura, espalhabilidade, pesquisa de patógenos e microscopia eletrônica de varredura. Os resultados revelaram que o óleo não apresenta toxicidade sendo a dose letal média de *A. salina* (DL₅₀) > 1000 µg/mL e não houve formação de halo na atividade hemolítica. No teste de determinação *in vitro* do FPS o resultado foi 2,34418. As características organolépticas não foram alteradas, o pH foi de 4,5, condutividade de 245,7 µs/cm e houve um aumento de 10% da espalhabilidade após o acréscimo do óleo. No controle microbiológico não houve crescimento de patógenos e não foi observado separação de fases. No ensaio de textura, os componentes apresentaram efeito cozidente com de uma emulsão e a análise das mechas por MEV demonstrou efeito hidratante e reconstrutor. O desenvolvimento do produto pode ser promissor para o mercado cosmético.

PALAVRAS-CHAVE: Cosméticos, controle de qualidade, *Mauritia flexuosa*; condicionador.

ABSTRACT

This study aimed to develop the formulation of a conditioner based on *Mauritia flexuosa* (buriti) seed oil and to evaluate its physicochemical, microbiological and stability characteristics. For this, toxicity tests were performed on brine shrimp, hemolytic activity, *in vitro* determination test of the Sun Protection Factor (FPS), organoleptic characteristics, pH, conductivity, texture, spreadability, pathogen research and scanning electron microscopy. The results showed that the oil does not have toxicity with the average lethal dose of *A. salina* (DL₅₀) > 1000 µg / mL and no halo formation on hemolytic activity. In the *in vitro* determination test of SPF the result was 2,34418. Organoleptic characteristics were unchanged, pH was 4.5, conductivity 245.7 µs / cm and there was a 10% increase in spreadability. In microbiological

control there was no growth of pathogens and no phase separation. In the texture test, the components showed the effect of an emulsion and the analysis of the rovings by MEV showed that moisturizing and reconstructive effect. Product development may be promising for the cosmetic market.

KEYWORDS: Cosmetics, quality control, *Mauritia flexuosa*, conditioner.

1. INTRODUÇÃO

O cabelo é uma estrutura epidermal, e é formado por cadeias de queratina dispostas em hélice presas por ligações dissulfeto, o alto teor de pontes de dissulfeto é proveniente do aminoácido cistina, que possui dois grupos amino e dois carboxílicos, formando uma rede tridimensional com alta densidade de ligações cruzadas proporcionando ao cabelo resistência mecânica e estabilidade química e física. Morfologicamente o cabelo humano é constituído por quatro subunidades principais: cutícula, córtex, medula e complexo da membrana celular¹.

Ao longo do tempo, os cabelos tendem a adquirir natureza aniônica em sua superfície devido às cargas negativas deixadas pelos shampoos, tensoativos aniônicos, ou por danos diários da própria estrutura das proteínas, causados por tratamentos químicos e por ações climáticas ambientais². Assim, para melhorar esses efeitos, existem os chamados condicionadores. Os condicionadores *leave-in* são desenvolvidos para permanecer no cabelo até sua remoção pela lavagem seguinte. Estes produtos formadores de película aplicam uma camada fina de polímero sobre o cabelo, que preenche os “defeitos” da haste capilar criando uma superfície lisa para aumentar o brilho, eliminando a eletricidade estática, devido à natureza catiônica, conferindo um efeito brilhoso e suave³.

No segmento de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, que tem apresentado bons resultados de venda no Brasil, um salto de 5% em 2018, os condicionadores representam 88% destas. No entanto, os consumidores buscam nas prateleiras além de uma boa relação preço e qualidade, também uma fragrância

agradável, por isso, os produtos com ingredientes de origem natural, principalmente da biodiversidade brasileira, como os fitocosméticos, tem sido uma boa opção⁴.

Fitocosméticos são cosméticos que contêm um ativo natural, de origem vegetal, seja um extrato, óleo ou óleo essencial, cuja ação define a atividade do produto^{5,6}, devendo, portanto, passar por todas as etapas de pesquisa: proposição, criação e desenvolvimento, incluindo os testes de estabilidade que indicam o comportamento do produto, em diferentes condições ambientais e em determinado intervalo de tempo para assegurar a atividade durante toda sua vida útil^{6,7}. As indústrias cosméticas têm apresentado grandes interesses pelos óleos vegetais em formulação de cosméticos, devido suas ricas composições e propriedades. Dentre esses, pode-se destacar o óleo de buriti. O buriti (*Mauritia flexuosa*), também conhecido como coqueiro-buriti, miriti, muriti, muritim, palmeira-dos-brejos, carandá-guaçu e carnadaí-guaçu, é uma palmeira da família *Palmae*, que vegeta as regiões alagadas e úmidas do Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil e por conter substâncias importantes para a indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, tem se tornado de grande valor econômico. Além de possuir carotenoides, que são responsáveis pela sua cor, ele é composto também por fitosteróis, compostos fenólicos e antioxidantes⁸. Dentre suas atividades funcionais, já foram relatadas, as de potencial fotoprotetor, atividade cicatrizante e antibacteriana⁹.

O óleo extraído da polpa dos frutos de buriti desperta interesse devido à sua composição química e farmacológica¹⁰. Rico em carotenóides, ácidos graxos e tocoferol, o que sugere boa perspectiva na utilização desse produto como alternativa terapêutica e cosmética¹¹, o óleo de buriti tem a função de lubrificar e regenerar a barreira hidrolipídica da pele frequentemente submetida a lesões. Também quando usado em produtos pós-sol, o óleo de buriti evita danos provocados por radiação UV, justamente por apresentar propriedades fotoprotetoras¹².

Assim, o objetivo deste estudo foi comprovar o potencial do óleo de buriti, desenvolver a formulação de um condicionador *leave in* contendo o óleo e avaliar as características organolépticas, físico-químicas, estabilidade e controle microbiológico da formulação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção do óleo de Buriti

O óleo das sementes de buriti utilizado neste estudo foi adquirido comercialmente em loja online. O material veio acompanhado de laudo de análise do fornecedor, onde trazia que o óleo foi obtido por prensagem a frio, de matéria prima com procedência garantida, não refinada, conservando também, seu paladar, seu aroma, sua cor e seus ativos botânicos.

Formulação

Na tabela 1 estão descritas as quantidades e as funções de cada componente da formulação preparada.

Tabela 1. Formulação de condicionador capilar *leave in*, com descrição de quantidades e funções de cada componente na formulação.

Componentes	%	Função
Fase oleosa		
Álcool cetosteárfílico	10	Doador de consistência
Óleo de Buriti	0,1	Ativo (agente oxidante)
Fase aquosa		
Cloreto de cetiltrimetilamônio	2,5	Tensoativo catiônico
Polietilenoglicol	5	Umectante
D-pantenol	2	Agente hidratante
Água destilada	qsp 100 ml	Veículo
Fase complementar		
Metilparabeno/ Propilparabeno	0,2	Conservante antimicrobiano
Ácido cítrico	qs	Corretor de pH
Essência de Macadâmia	qs	Perfume

Legenda: qsp: quantidade suficiente para/ qs: quantidade suficiente.

Fonte: Autoria própria

Foram preparados 50 g da formulação, de acordo com as informações descritas na Tabela 1. O preparo foi iniciado com a pesagem, em béqueres diferentes, dos componentes da fase oleosa e dos da fase aquosa. As fases aquosa e oleosa foram submetidas ao aquecimento em chapa à aproximadamente 80 °C, separadamente. Em seguida, sob agitação mecânica constante, verteu-se a fase aquosa sobre a fase oleosa. Após completa homogeneização das fases e resfriamento da mistura, adicionou-se a essência, sob agitação moderada. E por fim, a correção do pH (4 – 4,5).

Ensaio de toxicidade

Teste *Artemia salina* Leach

O ensaio de letalidade em *Artemia salina* Leach foi realizado de acordo com a metodologia descrita por Meyer (1982)¹³, com algumas modificações. Os cistos de *Artemia salina* foram colocados para eclodir em um béquer de 500 mL com solução salina 38g/L, em temperatura ambiente por 48 horas. No preparo das amostras, a diluição ocorreu na proporção 1:1 (Tween 80: Óleo de buriti), nas concentrações de 50,100, 250 e 500 µg.mL⁻¹. O controle negativo foi preparado utilizando apenas solução salina. Em seguida, prosseguiram-se os testes em tubos de ensaio em

triplicata, com as amostras e o controle negativo, no qual cada tubo continha 10 A. salina ativas, por 24 horas. Logo após, fez-se a contagem do número de *A.salina* vivas em relação ao aumento da concentração do óleo de buriti e procedeu-se a partir destes, com as estatísticas (GraphPad Prism versão 6.0).

Atividade Hemolítica

O óleo do buriti foi submetido ao ensaio de atividade hemolítica. Para o ensaio foram utilizadas placas de ágar-sangue (Newprov®). As amostras foram preparadas a 1000 µg.mL⁻¹ e impregnadas em discos estéreis nº 1 com 7 mm de diâmetro (Whatmann®). Discos impregnados com o solvente metanol foram utilizados como controle negativo e com o Polaxamer como controle positivo. Após a evaporação dos solventes os discos foram distribuídos nas placas, que foram incubadas a 36 °C por 24 horas. Depois desse período foi verificado se houve ou não a formação do halo de hemólise, os quais foram medidos posteriormente¹⁴.

Determinação *in vitro* do Fator de Proteção Solar (FPS)

O FPS *in vitro* da formulação foi determinado de acordo com o método descrito por Mansur (1986)¹⁵ utilizando espectrofotômetro Shimadzu UV-1601PC. A formulação foi diluída em etanol PA na concentração final de 0.2 µL/mL da emulsão para as leituras espectrofotométricas. Para tanto, 0,5 g da mesma foi pesada, transferida para um balão de 100 ml e adicionado o volume de etanol PA. Em seguida, diluições seriadas foram realizadas a fim de obter as amostras na concentração para leituras, que foram realizadas entre 290-320 nm, com intervalos de 5 nm. As análises foram realizadas em triplicata e o FPS foi calculado a partir da equação abaixo:

$$FPS = FC \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda) \quad (\text{Equação 1})^{16}$$

Na Equação 1, FC é igual a 10 (fator de correção), EE () = efeito eritematogênico de radiação de onda ; I () = intensidade da luz solar no comprimento de onda ; Abs () = valor de absorbância espectrofotométrica de comprimento de onda por uma solução de preparação. Assim, ao realizar a varredura nos comprimentos de onda indicados pelo método de Mansur e encontrar os comprimentos de onda correspondentes de cada item da triplicata (Tabela 2), identificou-se os FPS destes e considerou o FPS final da formulação, a média destes.

Características organolépticas

Após o preparo da formulação, esta foi acondicionada e deixada em repouso por 24 horas, em temperatura ambiente, para garantir o completo resfriamento e estabilidade. Após esse período, foi

realizada uma análise macroscópica, das seguintes características: aspecto, odor e cor⁷.

Testes físico-químicos

Determinação do pH

Dois eletrodos foram imersos na amostra, utilizando um pHmetro (Bel W3B). As leituras foram realizadas em triplicata, e a média destas foi obtida⁷.

Condutividade

Dois eletrodos foram imersos na amostra, utilizando um condutivímetro (Marte, MB-11). As leituras foram realizadas em triplicata, e a média destas foi obtida⁷.

Espalhabilidade

A determinação da espalhabilidade foi realizada de acordo com metodologia previamente descrita na literatura por Knorst (1991)¹⁷. No equipamento utilizado, uma placa molde circular, de vidro (diâmetro = 20 cm; espessura = 0,2 cm), com orifício central de 1,2 cm de diâmetro, foi colocada sobre uma placa-suporte de vidro (20 cm x 20 cm) posicionado sobre uma escala milimetrada e uma fonte luminosa. A amostra foi introduzida no orifício da placa molde e a superfície foi nivelada com espátula. A placa molde foi cuidadosamente retirada e sobre a amostra foi colocada uma placa de vidro de peso conhecido. Após um minuto, foi realizada a leitura dos diâmetros abrangidos pela amostra, em duas posições opostas, com auxílio da escala do papel milimetrado. Posteriormente, foi calculado o diâmetro médio. Este procedimento foi repetido acrescentando-se sucessivamente outras placas, em intervalos de um minuto. Os resultados foram expressos em espalhabilidade da amostra em função do peso aplicado, de acordo com a equação abaixo, sendo que os mesmos correspondem à média das triplicatas.

$$E_i = d^2 \cdot /4 \quad (\text{Equação 2})^{17}$$

Na Equação 2, E_i = espalhabilidade da amostra para um determinado peso i (mm²); d = diâmetro médio (mm).

Avaliação da estabilidade preliminar

Centrifugação

Após, 48 horas da formulação e incorporação do óleo de buriti (0,1; 0,25 e 0,5 % de óleo), 1,5 g de cada amostra foi colocada em eppendorfs, que foram submetidos a um ciclo em centrífuga (Sigma Laborzentrifugen 2K15) de 3000 rpm por 30 min, a 25°C⁷.

Estresse térmico

5 g da formulação foram submetidos a ciclos de temperaturas elevadas, entre 40°C e 80°C, em intervalos de 10°C, permanecendo em cada uma por 30

minutos. A não ocorrência de separação de fases deve ser indicativa de estabilidade do produto ensaiado ⁷.

Ciclo Gelo Degelo

Cinco gramas da formulação foram colocadas em tubos Falcon para armazenamento em temperaturas alternadas por 12 dias, sendo que para temperaturas elevadas foi utilizado estufa a 45°C por 24 horas e para baixas temperaturas, o congelador a 4°C por 24 horas ⁷.

Controle Microbiológico

A contagem dos microorganismos que apresentam crescimento visível (bactérias aeróbias, *Staphylococcus aureus* e fungos e leveduras) foi realizada de acordo com a metodologia descrita pela 5ª edição da Farmacopéia Brasileira (2010)¹⁸. Primeiro, foi realizada a inativação do conservante da formulação com Tween 80 (10 g: 2 ml) em um erlenmeyer sob aquecimento (40 – 45° C). No mesmo recipiente, adicionou-se 88 ml de salina estéril 0,9% (1:10), e a partir deste preparou-se as diluições 1:100 e 1:1000. 1 ml de cada diluição foi transferido para placas com meio PCA, Manitol (temperatura de 35-37°C por 24 horas) e Sabouraud (temperatura ambiente por 3 dias), em triplicata e com controle negativo de cada meio, por spread plate. Depois do período de incubação, realizou-se a contagem e calculou-se o número de UFC.

Para a pesquisa de coliformes fecais e/ou totais, também foi realizada a inativação do conservante como anteriormente. 1 ml da diluição 10⁻¹ foi transferido para um tubo de ensaio contendo 9 ml de lauril sulfato de sódio e um tubo de Durham. As diluições seguintes também foram realizadas (10⁻² e 10⁻³). Todas as diluições foram realizadas em triplicata. O período de incubação foi de 24 h, à temperatura de 35-37°C. No fim, observou-se a presença/ausência de turvação e/ou formação de gás no tubo de Durham¹⁹.

Ensaio de textura

A amostra do condicionador *leave in*, após formulado, foi submetida a análise de textura. Para isto, um béquer teve 75% de seu volume preenchido com a amostra, o qual foi submetido posteriormente para o aparelho analisador de textura modulado TA.XT. Os resultados desse ensaio foram obtidos pelo software do aparelho e representados por um gráfico Força vs tempo, e determinando os parâmetros, consistência e coesividade. Sendo a consistência, a área na parte positiva da curva delimitada sobre o gráfico e a coesividade, a área na parte negativa da curva²⁰.

Avaliação da superfície do fio de cabelo por microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As mechas foram divididas em não tratada (NT) e tratada (T), sendo 2 mechas de cabelo loiro natural, 2 mechas de cabelo tingido e 2 mechas de cabelo descolorido, uma para grupo. A avaliação foi realizada em microscópio eletrônico de varredura por emissão de campo (MEV - FEG) da FEI Company, Quanta 250 – FEG, localizado no Centro de Ciências da Natureza II

(CCN 2), UFPI. As amostras a serem analisadas foram fixadas em fita adesiva dupla face de carbono e recobertas com 20 nm de ouro por 30s em metalizadora, marca Quorum®, modelo Q150R. As análises foram executadas com tensão de aceleração de 1 a 30 kV. O aumento utilizado foi de 1000X. As imagens foram formadas pelo detector de elétrons secundários¹².

3. RESULTADOS

O óleo de buriti apresentou baixa toxicidade frente às artemias após 24 horas de incubação, não houve diferença significativa entre o número de artemias vivas ao longo das concentrações testadas (Figura 1), o que significa que a CL50 é maior do que a mais alta concentração testada (500 ug/mL).

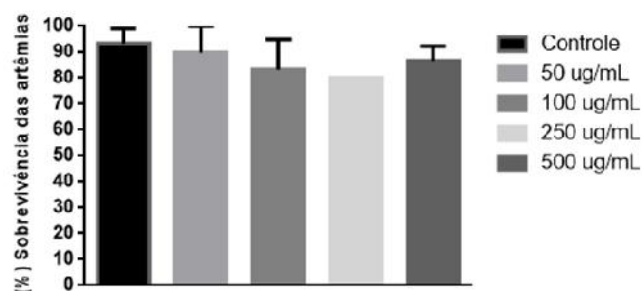


Figura 1. Efeito tóxico do óleo de buriti sobre *Artemia salina* após 24 horas de incubação. **Fonte:** Autoria própria

Em relação à atividade hemolítica O resultado obtido demonstrou que o óleo de buriti não apresentou atividade hemolítica. Por meio do teste por difusão em ágar-sangue percebeu-se que não houve formação dos halos de hemólise com os discos impregnados com a amostra, já no disco com o Polaxamer (controle positivo), houve formação de um halo de 1 cm.

O FPS *in vitro* encontrado foi de 2,34418, como calculado na tabela 2 e confirmado pela curva de calibração apresentada na figura 2.

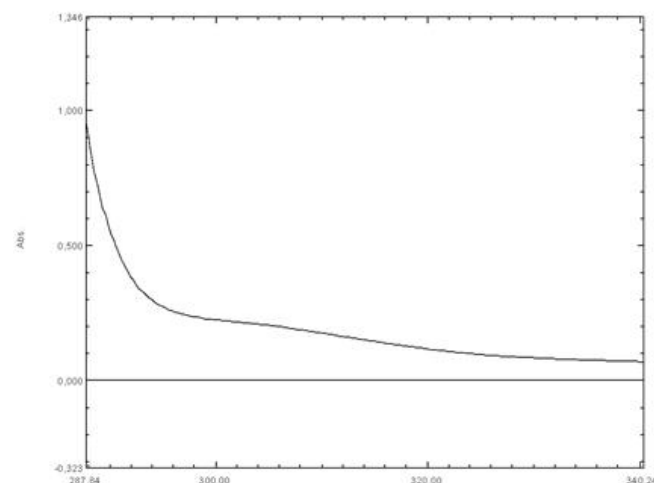


Figura 2. Curva de absorvância de um condicionador a base de óleo de buriti (0, 1 %) no comprimento de onda entre 290 – 320 nm. **Fonte:** Autoria própria

Tabela 2. Produto EE (). I () (PX), absorvâncias médias (Abs_m) e o fator de proteção calculado nos diferentes comprimentos de onda ().

(nm)	PX	Abs _m	FPS _{calc}
290	0,015	0,576333	0,008645
295	0,0817	0,299667	0,024483
300	0,2874	0,252333	0,072521
305	0,3278	0,230667	0,075613
310	0,1864	0,198667	0,037031
315	0,0839	0,163667	0,013732
320	0,018	0,133	0,002394
FPS _{FINAL}		2,34418	

Legenda: FC: fator de correção, EE: efeito eritematogênico; I: intensidade da luz solar; Abs (): valor de absorvância espectrofotométrica; FPS_{FINAL}: FPS final calculado. **Fonte:** Autoria própria (Adaptado de Bergold AM (1993))¹⁶

Após 24 horas de preparo da formulação, o aspecto da formulação apresentou-se homogêneo, brilhoso e viscoso, cor amarela e odor característico do óleo de buriti e da essência de macadâmia. E também após todos os testes de estabilidade preliminar, todas essas características se mantiveram perceptíveis. O pH da amostra foi 8,53, no entanto após a adição de q.s de ácido cítrico, o pH passou a ser 4,56. A condutividade média foi de 245,7 us/cm. A análise desse parâmetro se deve à propriedade condicionadora e de proteção térmica da formulação, que é capaz de reduzir a carga do cabelo²⁵.

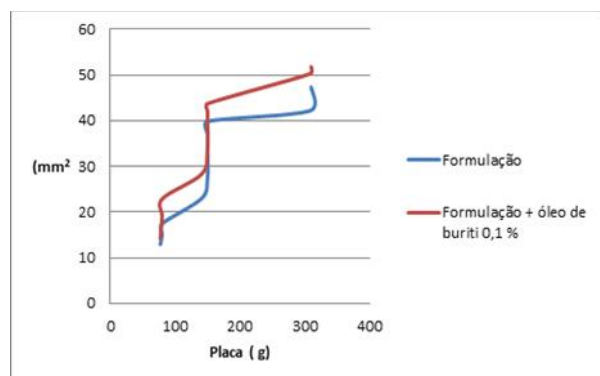


Figura 3. Curva de espalhabilidade da formulação sem e com do óleo de buriti (0,1 %). **Fonte:** Autoria própria.

Conforme a figura 3, percebeu-se que a adição do óleo de buriti melhorou a espalhabilidade da formulação em quase 10%.

Na análise de centrifugação não foi observada separação de fases nas amostras, permanecendo estáveis. No entanto, após o processo, as amostras com 0,25% e 0,5% de óleo de buriti na formulação apresentaram grumos na parte superior do ependorf, sem separação de fases, indicando início da perda de estabilidade.

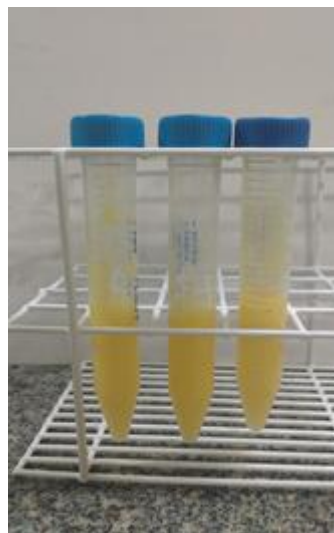


Figura 4. Formulação em triplicata após ciclo de estresse térmico. **Fonte:** Autoria própria



Figura 5. Formulação em triplicata após ciclo gelo degelo de 12 dias. **Fonte:** Autoria própria

Os resultados obtidos para as pesquisas dos microorganismos especificados pela Resolução n° 481/1999²⁸, assim como os limites permitidos, estão apresentados nas tabelas 3 e 4. Estes permitiram observar que não houve crescimento de nenhum dos microorganismos considerados contaminantes de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, conforme especificado pela Resolução.

Tabela 3. Contagem microbiológica da formulação de condicionador *leave in* durante estabilidade preliminar

Microorganismos	Resultado (UFC/g)	Recomendação RES. N° 491/1999
Mesófilos aeróbios totais	0	Não > 10 ³ UFC em 1 g ou 1 mL
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	Ausência em 1g ou 1 mL
Bolores e leveduras	0	Ausência em 1g ou 1 mL

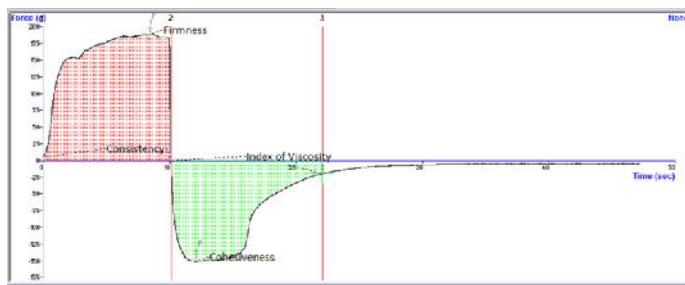
Fonte: Autoria própria

Tabela 4. Avaliação de coliformes totais e fecais na formulação de condicionador *leave in* durante estabilidade preliminar

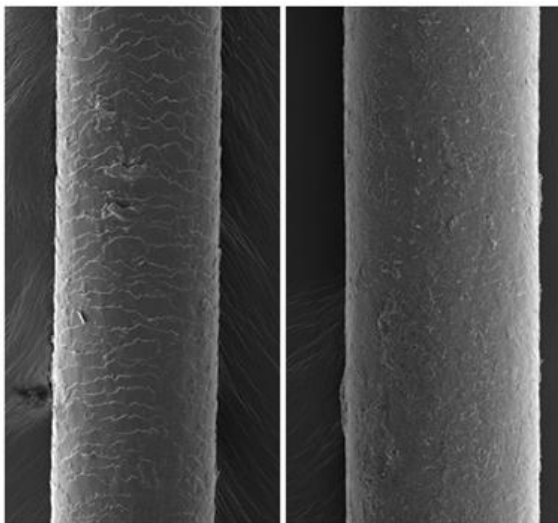
Diluição	Turvação	Formação de gás
10 ⁻¹	NÃO	NÃO
10 ⁻²	NÃO	NÃO
10 ⁻³	NÃO	NÃO

Fonte: Autoria própria

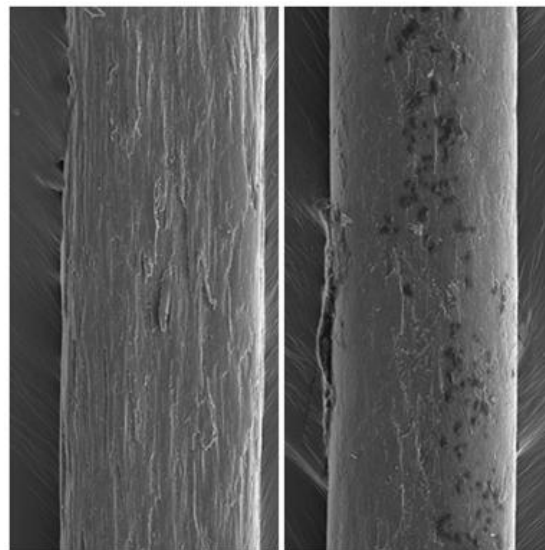
De acordo com a figura 6, o condicionador *leave in* apresentou consistência de $56,71 \pm 1,23$ (área vermelha) e coesividade (verde) de $7,52 \pm 1,02$.

**Figura 6.** Ensaio teste de textura de condicionador *leave in* à base de óleo de buriti. Fonte: Autoria própria.

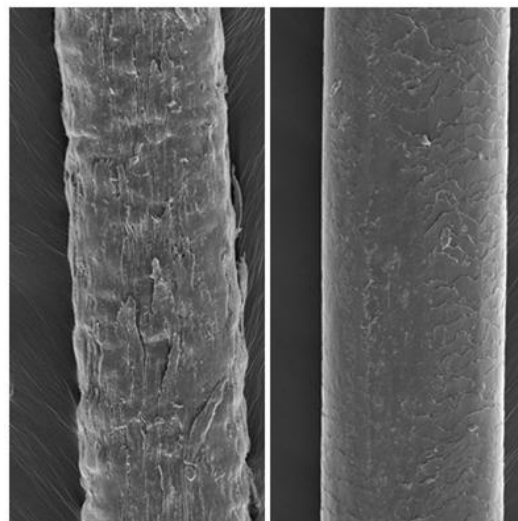
Conforme observado na Figura 7, os cabelos virgens, que normalmente não são submetidos a procedimentos químicos, apresentam pouco ou nenhum desgaste de seus fios. Por isso, na imagem do fio não tratado, se observa que a estrutura do fio já estava íntegra, e com o uso do condicionador, foi notória a selagem da fibra capilar.

**Figura 7.** MEV de amostra de mecha loiro natural. Legenda: Imagem à esquerda: mecha não tratada (NT); Imagem à direita: Mecha tratada (T). Fonte: Autoria própria.

Na Figura 8, no fio não tratado percebe-se o desgaste do mesmo, com a presença de fragmentos cuticulares soltos, já no fio tratado, observa-se que o produto foi capaz de diminuir o desgaste e causar a selagem do fio.

**Figura 8.** MEV de amostra de mecha de cabelo tingido. Legenda: Imagem à esquerda: mecha não tratada (NT); Imagem à direita: Mecha tratada (T). Fonte: Autoria própria

E como observado na Figura 9, dentre os outros tipos de cabelos analisados nesta pesquisa, este é o mais danificado (estrutura cuticular em forma de escamas), antes do tratamento. E na imagem do cabelo tratado, observa-se o quanto eficiente foi o condicionador sobre o fio.

**Figura 9.** MEV de amostra de mecha de cabelo descolorido. Legenda: Imagem à esquerda: mecha não tratada (NT); Imagem à direita: Mecha tratada (T). Fonte: Autoria própria

4. DISCUSSÃO

De acordo com os resultados expostos a formulação proposta para o condicionador apresentou grande potencial cosmético. Em relação a citotoxicidade, Ferreira (2011)²¹ também realizou testes semelhantes

ao do nosso estudo com o óleo de sementes de *Mauritia flexuosa*, no qual a DL50 foi maior que 1000 mg/mL indicando a baixa toxicidade. Ainda, segundo o mesmo estudo, o óleo de buriti é rico nos ácidos graxos, ácido oleico (C18:1) e ácido palmítico (C16:0), em tocoferóis e carotenóides, compostos também responsáveis por suas propriedades antioxidantes. Adicionalmente, o teste de hemólise sobre ágar sangue corroborou com os de *Artemia salina*, de acordo com Paula *et al* (2012)²² o termo hemólise é dado para ruptura das membranas das hemácias, o que leva a liberação da hemoglobina para o plasma causando uma hemoglobinemia. Alguns compostos ou substâncias presentes nas plantas podem causar hemólise. Sendo assim, com os resultados negativos obtidos com o óleo do buriti, é possível afirmar ausência de toxicidade no modelo utilizado.

Para o teste de FPS, nosso estudo obteve resultados interessantes, pois a RDC 237/2002²³, diz que um produto adequado para utilização em cosméticos para bronzear ou fotoprotoger, deve apresentar um FPS igual ou superior a 2. Sendo assim, a formulação com o óleo de buriti, nas condições padronizadas, pode ser considerada um potencial fotoprotetor. Esse potencial se deve a presença de moléculas ativas em sua composição, como flavonóides e constituintes fenólicos, no qual esta atividade é resultante das suas estruturas químicas e propriedades redutoras, onde agem neutralizando ou sequestrando radicais livres e quelando metais de transição, inibindo a etapa de iniciação e/ou propagação da oxidação, sendo este efeito, importante no combate aos danos causados pelas radiações ultravioletas²⁴. As características organolépticas não foram afetadas pois após todos os testes de estabilidade preliminar, essas características se mantiveram inalteradas. Assim, o produto conservou suas propriedades físicas originais, garantindo sua qualidade⁷. O pH da formulação precisou ser corrigido porque os cabelos tendem a adquirir natureza aniônica em sua superfície devido às cargas negativas deixadas pelos xampus, tensoativos aniônicos, ou por danos diários da própria estrutura das proteínas, causados por tratamentos químicos e por ações climáticas ambientais. Assim, substâncias catiônicas possuem afinidade com a superfície dos cabelos, diminuindo o efeito estático e melhorando a penteabilidade^{1,2}.

A análise do parâmetro condutividade é um importante fator a ser analisado para mostrar alterações na estrutura da formulação que nem sempre são perceptíveis visualmente. Assim, alterações na condutividade elétrica podem ser indicativas de instabilidades. O aumento da condutividade pode estar relacionado com a coalescência; enquanto a diminuição, com a agregação⁷. Da mesma forma, a realização do teste de espalhabilidade também é importante, principalmente para os cabelos, porque reduz a tensão superficial, sendo possível formar uma película hidrofóbica uniforme e contínua que atua sobre os fios, e uma vez que é resistente à água, melhora a resistência do cabelo²⁶.

O estudo de estabilidade preliminar realizado na formulação consiste em testes na fase inicial do desenvolvimento do produto, utilizando-se diferentes formulações de laboratório e com duração reduzida⁷.

De acordo com o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (2004)⁷, o emprego de variações extremas de temperatura tem como objetivo o aceleração de possíveis reações que poderiam surgir entre os componentes da formulação, dando ao estudo a característica de triagem das formulações. Com isso, na análise das formulações durante os testes do estresse térmico (Figura 1) e do ciclo gelo degelo (Figura 2), nenhuma alteração foi observada quanto ao aspecto, cor ou odor, tampouco separação de fases. Além disso, essa resistência do produto a temperaturas elevadas também é importante para uma propriedade benéfica do produto, que é seu desempenho na utilização de dispositivos térmicos nos cabelos, como secadores e chapinhas.

O controle microbiológico é importante para assegurar a estabilidade microbiológica dos produtos, determinando o número total de microrganismos presentes em preparações não estéreis, cosméticos e drogas vegetais, além de visar à identificação dos patogênicos, evitando potenciais riscos provocados por toxinas ou outras substâncias derivadas do metabolismo microbiano, além de manter os atributos do produto, como cor, odor, viscosidade²⁷.

O ensaio de textura foi importante para o estudo, para que os efeitos cosméticos anunciados pelo produto fossem comprovados objetivamente, porque a combinação de alguns componentes como emulsificantes e emolientes, determinam as propriedades sensoriais desejáveis de uma emulsão cosmética²⁹. Tai *et al* (2014)²⁰ que realizou a análise de textura de vários produtos farmacêuticos e cosméticos disponíveis no mercado, também fez a de um condicionador capilar, que teve consistência $54,11 \pm 1,26$ e coesividade de $8,07 \pm 0,15$. Esses baixos parâmetros de textura nos condicionadores capilares são característicos de fluidos viscoelásticos mais complexos, que além destes, também são menores em xampus e sabonetes líquidos, por exemplo. No entanto, são maiores em géis poliméricos (consistência de $122,27 \pm 1,25$ e coesividade de $16,40 \pm 0,26$), também segundo o mesmo estudo.

O MEV identificou alterações na fibra capilar causadas pelos tratamentos. A coloração capilar é um procedimento químico, e conseqüentemente, danifica os cabelos, por meio da degradação da queratina¹². Na Figura 4, no fio não tratado percebe-se o desgaste do mesmo, com a presença de fragmentos cuticulares soltos, já no fio tratado, observa-se que o produto foi capaz de diminuir o desgaste e causar a selagem do fio.

Alguns estudos, como o de Benaiges *et al* (2013)³⁰ já haviam avaliado a eficácia de ativos botânicos incorporados em produtos capilares por meio do MEV. Assim como esse estudo, utilizaram amostras de cabelo descoloridas a fim de modificar as propriedades mecânicas do cabelo e aumentar a permeabilidade da

fibra. E concluíram que os ativos foram capazes de melhorar as propriedades, revestindo-as e aumentando o material cristalino das mesmas. A descoloração, apesar de também ser um procedimento químico, é mais agressiva do que a coloração. Isso porque o descolorante penetra na cutícula dos fios, retirando todo o pigmento. Após esse processo, o cabelo perde massa capilar, ou seja, fica muito frágil e ressecado.

5. CONCLUSÃO

O óleo das sementes de *Mauritia flexuosa* apresenta potencial para uso em formulações cosméticas com finalidade fotoprotetora e baixa toxicidade e a formulação apresentou características físico-químicas e organolépticas favoráveis com o ativo e manteve bom desempenho após ser submetida a testes microbiológicos e de estabilidade, tornando promissor o seu desenvolvimento. E o efeito hidratante e reconstrutor capilar da formulação com o óleo, a torna um produto atrativo para o mercado cosmético.

REFERÊNCIAS

- [1] Leonardi GR. Cosmetologia Aplicada. 2. ed. São Paulo: Livraria e Editora Santa Isabel Ltda, 2008.
- [2] Romanowski P, Schueller R. Iniciação a Química Cosmética. São Paulo. Tecnopress, 2001.
- [3] Draelos, ZD. Shampoos, conditioners and camouflage techniques. Dermatological Clinics. 2013; 310(1):173-178.
- [4] Kantar W. Produtos de higiene e beleza seguem aquecidos no Brasil.2019. [acesso 04. maio. 2019] Disponível em: <https://www.kantarworldpanel.com/br/Releases/Produtos-de-higiene-e-beleza-seguem-aquecidos-no-Brasil>.
- [5] Cefali LC. Desenvolvimento e atividade do fitocosmético contendo licopeno para o combate à aceleração do envelhecimento cutâneo. (tese). Araraquara: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP; 2009.
- [6] Isaac VLB. *et al.* Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos. Rev Ciênc Farm Básica Apl. 2008; 29: 81-96.
- [7] Brasil. Guia de estabilidade de produtos cosméticos. Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária; 2004.
- [8] Monteiro CRM. Atividade antibacteriana da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa*) frente à bactérias de importância em alimentos. (tese). Campos Mourão: Departamento de Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017.
- [9] Saraiva LCF, Silva RB. Desenvolvimento de um creme à base de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*). Revista da Faesf; 2017; 1(1):1-12.
- [10] Silveira CS, *et al.* Atividade antimicrobiana dos frutos de *Syagrus oleracea* e *Mauritia vinifera*. Brazilian Journal of Pharmacognosy, 2005; 15(2):143-148.
- [11] Rosso VV, Mercadante AZ. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007; 55:5062-5072.
- [12] Zanatta G. Onofre, T. Avaliação da integridade do fio de cabelo com a utilização de xampú espessado com cloreto de sódio ou com hidroxietilcelulose. (tese). Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí; 2010.
- [13] Meyer BN, Ferrigni, NR, Putman JE, Jacobsen LB, Nichols DE MCL. Aughlin, J. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. Journal of Medical Plant Research. 1982; 45(1):31-34.
- [14] Kalegari M, *et al.* Phytochemical constituents and preliminary toxicity evaluation of leaves from *Rourea induta* Planch. (Connaraceae). Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2011; 47(3):635-642 .
- [15] Mansur JS, Breder MNR, Mansur MCA, Azulay RD. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. An. Bras. Dermatol., 1986; 61:121-124.
- [16] Bergold AM. Avaliação de um método para a determinação do fator de proteção solar do Eusolex 6300 por espectrofotometria no ultravioleta em diferentes concentrações de preparações magistrais. Caderno de Farmácia. 1993; 9 (1):17-22.
- [17] Knorst MT. Desenvolvimento tecnológico de forma farmacêutica plástica contendo extrato concentrado de *Achyrocline satureioides*. Lam. DC. Compositae. (tese). Porto Alegre: Faculdade de Farmácia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1991.
- [18] Brasil. Farmacopéia Brasileira. 5.ed. v.1. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010.
- [19] Gomes MS, *et al.* Controle de qualidade microbiológico e avaliação da eficácia de conservante em bebida energética à base de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Rev. Bras. Farm. 2012; 93 (3):326-330.
- [20] Tai A, *et al.* Texture analysis of cosmetic/pharmaceutical raw materials and formulations. International Journal of Cosmetic Science. 2014; (36):291–304.
- [21] Ferreira BS. Comparative Properties of Amazonian Oils Obtained by Different Extraction Methods. Molecules. 2011; 16:5875-5885.
- [22] JPaula CS, *et al.* Atividade antioxidante e toxicidade preliminar do extrato e frações obtidas das folhas e cascas do caule de *Dasyphyllum tomentosum* (Spreng.) Cabrera. Rev. Bras. Pl. Med., 2014; 16(2):189-195.
- [23] Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n° 237, de 02 de agosto de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre protetores solares em Cosméticos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 ago.2002.
- [24] Silva GM. Potencial antioxidante de frutos do Cerrado e do Pantanal, no estado de Mato Grosso do Sul. (tese). Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul; 2010.
- [25] Bhushan B. Biophysics of human hair. New York: Springer, 2010.
- [26] Correa, MA. Cosmetologia ciência e técnica. São Paulo: Medifarma, 2012.
- [27] Pinto TJA, Kaneko TM, Pinto, AF. Controle biológico de qualidade de produtos farmacêuticos, correlatos e cosméticos. 3 ed. São Paulo: Atheneu, 2010.
- [28] Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n° 481, de 23 de setembro de 1999. Estabelece os Parâmetros de Controle Microbiológico para os Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.Poder Executivo, Brasília,DF, 23 set. 1999.
- [29] Wiechers JW, Chandler M. (Re)Formulating within reach with formulating from first principles. Cosmet. Toiletries. 2007; 1, (122):63–72.
- [30] Benaiges A, *et al.* Hair efficacy of botanical extracts. Journal of Applied Polymer Science. 2013; 128(1):861-868.