



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE FARMÁCIA

BRENDA FREIRE DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE MÁSCARA CAPILAR CONTENDO ÓLEO FIXO DE
PATAUÁ (*Oenocarpus bataua*) E MANTEIGA DE MURUMURU (*Astrocaryum
murumuru*) PARA A REPARAÇÃO DE CABELOS PÓS-QUÍMICA**

Macapá
2023

BRENDA FREIRE DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE MÁSCARA CAPILAR CONTENDO ÓLEO FIXO DE
PATAUÁ (*Oenocarpus bataua*) E MANTEIGA DE MURUMURU (*Astrocaryum
murumuru*) PARA A REPARAÇÃO DE CABELOS PÓS-QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Farmácia da Universidade Federal
do Amapá, como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Bacharel em Farmácia.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Alexandre Silva
Favacho.

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Mayara Tânia
Pinheiro Gomes.

Macapá
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP) Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 /
1451

S237 Santos, Brenda Freire dos.

Desenvolvimento de máscara capilar contendo óleo fixo de patauá (*Oenocarpus bataua*) e manteiga de murumuru (*Astrocaryum murumuru*) para reparação de cabelos pós-química / Brenda Freire dos Santos. - Macapá, 2023.
1 recurso eletrônico. 60 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Farmácia, Macapá, 2023.
Orientador: Hugo Alexandre Silva Favacho.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Farmácia - Cabelo. 2. Cosmético Vegano. 3. Emulsão. I. Favacho, Hugo Alexandre Silva, orientador. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 615

SANTOS, Brenda Freire dos. **Desenvolvimento de máscara capilar contendo óleo fixo de patauá (*Oenocarpus bataua*) e manteiga de murumuru (*Astrocaryum murumuru*) para reparação de cabelos pós-química**. Orientador: Hugo Alexandre Silva Favacho. 2023. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Coordenação do Curso de Farmácia. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023.

BRENDA FREIRE DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE MÁSCARA CAPILAR CONTENDO ÓLEO FIXO DE
PATAUÁ (*Oenocarpus bataua*) E MANTEIGA DE MURUMURU (*Astrocaryum
murumuru*) PARA A REPARAÇÃO DE CABELOS PÓS-QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Farmácia da Universidade Federal
do Amapá, como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Bacharel em Farmácia.

Data da Aprovação: 13 / 04 / 2023

Hugo Alexandre Silva Favacho

Orientador: Prof. Dr. Hugo Alexandre Silva Favacho – UNIFAP

Francisco Fábio Oliveira de Sousa

Avaliador: Prof. Dr. Francisco Fábio Oliveira de Sousa – UNIFAP

Lilian Grace da S. Solon

Avaliador: Prof.ª Dr.ª Lilian Grace da Silva Solon – UNIFAP

Dedico este trabalho a todos os que me ajudaram no longo desta caminhada, sem os quais eu não teria conseguido concluir esta difícil tarefa.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho e desta graduação.

Aos meus pais e à irmã que a vida me presenteou, Natália Cardoso, por serem meus alicerces na vida, por me incentivarem nos momentos difíceis e por compreenderem minha ausência e oscilações de humor enquanto me dedicava à realização deste trabalho, eu os amo incondicionalmente.

Aos meus amigos de vida e de turma: Natália Reis, Henrique Barros, Mateus Alves, Abrahão Tavares, Kryssia Monteiro, Mateus Santos, Lisandro Koyama e Silas Júnior, pela amizade incondicional, pelo apoio e por compartilharem comigo tantos momentos com extremo companheirismo ao longo deste percurso.

Ao meu fiel escudeiro de laboratório, André Loureiro, que me auxiliou muito no decorrer deste trabalho, que me deu suporte nas horas mais críticas e que sempre esteve ao meu lado, independente de quanto trabalho tivéssemos de enfrentar.

Aos meus amigos de graduação: Alice Rosário, Hiago Jonhe, Aramis Mourão, Marion Trajano, Milena Vieira, Larissa Gomes e Weverton Rodrigues com quem convivi intensamente durante os últimos semestres, pelo companheirismo e pela troca de experiências, o que foi fundamental na elaboração deste trabalho de conclusão de curso e na manutenção da minha sanidade mental.

Ao meu namorado, João Vitor Moura, que jamais me negou apoio, carinho e incentivo. Obrigada por aguentar tantas crises de estresse e ansiedade. Sem você do meu lado esse trabalho não seria possível.

À Universidade Federal do Amapá e a todos os professores do colegiado de Farmácia por todos os ensinamentos repassados no decorrer desses longos anos, e que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Por fim, mas não menos importante, agradeço ao meu orientador, Dr. Hugo Alexandre da Silva Favacho, que aceitou me acompanhar nesta jornada e confiou em minha capacidade de realizar este trabalho, obrigada por toda a paciência e compreensão e por ter me orientado com dedicação e amizade.

“São as perguntas que não sabemos responder que mais nos ensinam. Elas nos ensinam a pensar. Se você dá uma resposta a um homem, tudo o que ele ganha é um fato qualquer. Mas, se você lhe der uma pergunta, ele procurará suas próprias respostas”.

Patrick Rothfuss

RESUMO

O fio de cabelo é exposto diariamente a efeitos ambientais e químicos danosos. Uma das mais antigas formas de prática medicinal é a utilização de plantas com fins terapêuticos e cosméticos. Os óleos vegetais se destacam no cuidado capilar devido sua capacidade de revestimento e proteção dos fios. Para este trabalho, foram selecionados o óleo fixo *Oenocarpus bataua* e manteiga de *Astrocaryum murumuru*, pelas suas composições em ácidos graxos e de capacidade emoliente e condicionante. O objetivo deste trabalho foi desenvolver formulações cosméticas do tipo máscara capilar, contendo óleo de patauí e manteiga de murumuru para avaliar o efeito reparador em cabelos danificados após procedimento químicos por meio de testes de estabilidade, análise do perfil de textura das formulações em texturômetro, além da avaliação da resistência mecânica das mechas de cabelo após aplicação das formulações e visualização em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Foram desenvolvidas seis emulsões por meio do método de inversão de fases. Todas as formulações desenvolvidas apresentaram-se estáveis e não foram observadas mudanças nas características organolépticas nos testes de estabilidade preliminar e acelerada, ademais, os valores de pH mantiveram-se sem alterações significativas. Na análise do perfil de textura, o aumento de concentração (de 5 para 7 %) de tensoativo BTMS 25 elevou cerca de 47,66 % no parâmetro de dureza, 51,33 % no parâmetro de consistência e 138 % no trabalho de coesão das formulações ($p < 0,001$). Já o aumento de concentração de manteiga de murumuru (de 5 para 10 %), observou-se aumento de 36,5 % na dureza e 38,5 % na consistência, e de 72,5 % no trabalho de coesão ($p < 0,001$). Baseado nos resultados obtidos, as duas melhores formulações foram escolhidas para a realização do tratamento químico das mechas de cabelo e para a avaliação das propriedades mecânicas dos cabelos. O grupo de mechas tratadas contendo 10 % de óleo de patauí e 7 % de BTMS 25 obteve melhor resultado, cuja força de ruptura foi próxima ao da mecha de cabelos virgens, além de apresentarem condições mais íntegras nas imagens analisadas por Microscopia Eletrônica de Varredura.

Palavras-chave: Cabelo. Emulsão. Cosmético Vegano. *Oenocarpus bataua*. *Astrocaryum murumuru*.

ABSTRACT

The hair strand is exposed daily to harmful environmental and chemical effects. One of the oldest forms of medicinal practice is the use of plants for therapeutic and cosmetic purposes. Vegetable oils stand out in hair care due to their ability to coat and protect the hair. For this work, the fixed oil of *Oenocarpus bataua* and the butter from *Astrocaryum murumuru* were selected for their fatty acid composition and emollient and conditioning capacity. The objective of this work was to develop cosmetic formulations of hair mask type, containing pataua oil and murumuru butter to evaluate the repairing effect on damaged hair after chemical procedures through stability tests, analysis of the texture profile of the formulations in a texturometer, in addition to of the evaluation of the mechanical resistance of the locks of hair after application of the formulations and visualization in Scanning Electron Microscopy. Six emulsions were developed using the phase inversion method. All the developed formulations were stable, and no changes were observed in the organoleptic characteristics in the preliminary and accelerated stability tests, in addition, the pH values remained without significant changes. In the texture profile analysis, the increase in concentration (from 5 to 7 %) of BTMS 25 surfactant increased about 47,66 % on firmness, 51,33 % on consistency and 138 % on cohesion work of the formulations ($p < 0.001$). As the concentration of murumuru butter increased (from 5 to 10%), there was an increase of 36,5 % on hardness, 38,5 % on consistency, and 72,5 % on cohesion work ($p < 0.001$). Based on the results obtained, the two best formulations were chosen for carrying out the chemical treatment of hair strands and for evaluating the mechanical properties of the hair. The group of treated locks containing 10 % pataua oil and 7 % BTMS 25 obtained better results, whose breaking strength was close to that of virgin hair, in addition to presenting more intact conditions in the images analyzed by Scanning Electron Microscopy.

Key words: Hair. Emulsion. Vegan Cosmetic. *Oenocarpus bataua*. *Astrocaryum murumuru*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matérias primas utilizadas e composição das formulações desenvolvidas.....	33
Tabela 2 - Resultados das características organolépticas do Teste de Gelo-Degelo.....	39
Tabela 3 - Características organolépticas das formulações desenvolvidas submetidas ao Teste de Estabilidade Acelerada.....	40
Tabela 4 - Resultados das médias dos valores de pH obtidos em cada condição de armazenamento.....	41
Tabela 5 - Comparativo das imagens obtidas por meio de MEV dos quatro grupos de mechas em diferentes aumentos: 400x e 1200x.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estrutura anatômica do folículo piloso.....	17
Figura 2 -	Tipos de ligações que ocorrem entre as cadeias de queratina na fibra capilar.....	18
Figura 3 -	Esquemática das estruturas da fibra e da cutícula capilar.....	19
Figura 4 -	<i>Oenocarpus bataua</i> : A) Cachos com frutos; B) Detalhes de frutos; C) Sementes.....	25
Figura 5 -	<i>Astrocaryum murumuru</i> : A) Corte transversal expondo a polpa, endocarpo e amêndoa; B) Amêndoas e gordura de murumuru.....	27
Figura 6 -	Gráficos típicos de dados experimentais de imersão de penetrador cilíndrico na formulação do produto e as definições de parâmetros calculados.....	30
Figura 7 -	Fibra de cabelo saudável em microscopia com aumento de 400x.....	31
Figura 8 -	Esquema gráfico do delineamento metodológico.....	33
Figura 9 -	Resultado das seis formulações pós centrifugação.....	38
Figura 10 -	Gráfico comparativo da média da dureza das seis formulações.....	42
Figura 11 -	Gráfico comparativos da média da consistência das seis formulações.....	42
Figura 12 -	Gráfico comparativos da média do trabalho de coesão das seis formulações.....	43
Figura 13 -	Grupamento das mechas de cabelo para tratamento químico.....	45
Figura 14 -	Resultados da força máxima necessária para ruptura da fibra capilar...	45
Figura 15 -	Microscopia do fio de cabelo virgem em aumento de 400x (esquerda) e em aumento de 1200x (direita).....	46
Figura 16 -	Microscopia do fio de cabelo do grupo 2 em aumento de 400x (esquerda) e em aumento de 1200x (direita).....	47
Figura 17 -	Microscopia do fio de cabelo das mechas do grupo 3 em aumento de 400x (esquerda) e em aumento de 1200x (direita).....	47
Figura 18 -	Microscopia do fio de cabelo das mechas do grupo 4 em aumento de 400x (esquerda) e em aumento de 1200x (direita).....	48

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APT	Análise do Perfil de Textura
BTMS 25	Metossulfato de beentrimônio e álcool cetosteárilico.
CMC	Complexo da membrana celular
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
pH	Potencial Hidrogeniônico
qsp	Quantidade suficiente para
P10M5B5	Formulação contendo 10% de óleo de patauá, 5 % de manteiga de murumuru e 5 % de BTMS 25.
P10M5B7	Formulação contendo 10% de óleo de patauá, 5 % de manteiga de murumuru e 7 % de BTMS 25.
P10M10B5	Formulação contendo 10% de óleo de patauá, 10 % de manteiga de murumuru e 5 % de BTMS 25.
P10M10B7	Formulação contendo 10% de óleo de patauá, 10 % de manteiga de murumuru e 7 % de BTMS 25.
P10B5	Formulação contendo 10% de óleo de patauá e 5 % de BTMS 25.
P10B7	Formulação contendo 10% de óleo de patauá e 7 % de BTMS 25.
rpm	Rotação por minuto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	OBJETIVO GERAL.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1	A FIBRA CAPILAR.....	17
3.2	DANOS CAPILARES CAUSADOS POR TRATAMENTOS QUÍMICOS.....	20
3.3	TRATAMENTO PARA RESTAURAÇÃO DA FIBRA CAPILAR.....	22
3.4	PRODUTOS COSMÉTICOS NATURAIS, ORGÂNICOS E VEGANOS.....	24
3.5	PATAUÁ (<i>Oenocarpus bataua</i>).....	25
3.6	MURUMURU (<i>Astrocaryum murumuru</i>).....	26
3.7	ESTUDOS PARA A AVALIAÇÃO DA SAÚDE NOS CABELOS.....	28
3.7.1	Ensaio de Estabilidade.....	28
3.7.2	Ensaio Mecânico: Análise do Perfil de Textura e Resistência dos Fios de Cabelo..	29
3.7.3	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	30
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
4.1	MATERIAIS.....	32
4.1.1	Matérias-primas.....	32
4.1.2	Mechas de Cabelo.....	32
4.1.3	Tratamento químico das mechas de cabelo.....	32
4.2	1.1 DELINEAMENTO METODOLÓGICO.....	32
4.3	DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES.....	33
4.4	TESTES DE ESTABILIDADE.....	34
4.4.1	Centrifugação.....	34
4.4.2	Ciclo Gelo-Degelo.....	34
4.4.3	Teste de Estabilidade Acelerada.....	34
4.4.4	Determinação do pH.....	35
4.5	ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA.....	35
4.6	TRATAMENTOS QUÍMICOS DAS MECHAS DE CABELO.....	35
4.7	AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DA FIBRA CAPILAR.....	36
4.8	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.....	36

4.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1	DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES.....	37
5.2	TESTES DE ESTABILIDADE.....	38
5.2.1	Centrifugação.....	38
5.2.2	Ciclo Gelo-Degelo.....	39
5.2.3	Teste de Estabilidade Acelerada.....	40
5.2.4	Determinação do pH.....	41
5.3	ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA.....	41
5.4	TRATAMENTOS QUÍMICOS DAS MECHAS DE CABELO.....	44
5.5	AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DA FIBRA CAPILAR.....	45
5.6	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.....	46
6	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS.....	51
	ANEXOS.....	58

2INTRODUÇÃO

O cabelo é considerado um dos componentes mais marcantes da imagem e da beleza. Ele desempenha um papel importante na inserção social do ser humano e faz parte da identidade individual (BOLDUC; SHAPIRO, 2001). Alguns fatores ambientais como a temperatura, radiação solar e umidade, além da presença de poluentes presentes no meio ambiente contribuem direta ou indiretamente no impacto na saúde e na beleza dos cabelos e pele, o que pode refletir em alterações significativas na textura, aspecto e aparência dessas estruturas (DIAS, 2015).

Além das condições ambientais, a fibra capilar, por ser uma estrutura sensível, pode sofrer danos, reduzindo a resistência do fio à quebra e impactando na sensação de toque e brilho, provocados por produtos químicos presentes nos cosméticos, principalmente nos alisantes e tinturas para coloração dos cabelos. Pode-se, ainda, relacionar-se ao estresse físico, como por exemplo o aquecimento com secadores, prancha de cabelo ou chapinha e modeladores de cachos (BOLDUC; SHAPIRO, 2001).

Nesse cenário, produtos cosméticos para hidratação capilar são essenciais, pois atuam selando a cutícula do cabelo e protegendo o córtex em seu interior. As máscaras capilares são produtos de grande destaque nesse quesito, pois a sua atividade condicionante permite a hidratação do fio, melhorando a retenção hídrica na estrutura, e assim, fornecendo proteção contra os fatores externos que possam danificar a fibra capilar. Dessa forma, o uso desses cosméticos se torna ainda mais indispensável tanto na prevenção quanto na reparação de danos, especialmente em cabelos quimicamente tratados (TAMBOSETTI; RODRIGUES, 2008).

Há alguns anos, os cosméticos tinham apenas a função de embelezamento, porém os componentes utilizados muita das vezes eram tóxicos, prejudicando a saúde, então surgiu a necessidade da diminuição de compostos sintéticos nas formulações, ocasionando um aumento na demanda por cosméticos naturais. Por esse motivo, os cosméticos orgânicos e veganos vêm ganhando cada vez mais destaque no mercado (MORAES et al., 2019).

O crescimento do consumo global de cosméticos verdes e livres de matéria de origem animal demanda que haja necessidade de desenvolver fórmulas que acompanhem as tendências do mercado, focando em formulações que possuam como ativos produtos de origem vegetal que fornecem efeitos tão bons quanto os cosméticos convencionais. No Brasil, essa linha cosmética vegana vem ganhando cada vez mais espaço. Portanto, os desenvolvedores da área buscam linhas orgânicas, analisando insumos como sementes, frutas e extratos vegetais, principalmente amazônicos, conseqüentemente tornando o Brasil um potencial fornecedor de

matéria prima. Embora o Brasil apresente vasta biodiversidade, infelizmente não faz uso de todo seu potencial disponível. Diante disso, o estudo da flora brasileira e a valorização da biodiversidade, em especial a amazônica, além de auxiliar às comunidades produtoras, tem potencial de crescimento econômico e valorização da diversidade do país (FLOR et al., 2019).

Os óleos vegetais são usados há anos em diversos locais do mundo com finalidade medicinal e cosmética por causa da capacidade de revestimento da superfície dos fios e proteção do córtex capilar. Há anos, as comunidades de seringueiros, ribeirinhos, além de vários povos indígenas têm conhecimento de diversos usos dos materiais vegetais. Tradicionalmente, principalmente em comunidades indígenas, o patauá já era empregado pelas comunidades amazônicas como tônico reparador e no tratamento da queda dos cabelos, e o murumuru era amplamente comercializado pelas comunidades ribeirinhas (OLIVEIRA; OLIVEIRA; NOGUEIRA DOMINGUES, 2018).

Para este trabalho foram selecionados o óleo fixo de patauá (*Oenocarpus bataua*) e a manteiga de murumuru (*Astrocaryum murumuru*). Ambas as espécies vegetais possuem composição rica em ácidos graxos, tocoferóis e fitoesteróis, que apresentam grande capacidade condicionante e emoliente, e com isso, potencial para aplicação no restabelecimento das fibras capilares danificadas.

Nesse contexto, considerando a necessidade de cuidados com as fibras capilares, a relevância de se desenvolver novos produtos com conceito de vegetalização associado a sustentabilidade e a valorização econômica de matérias primas da flora brasileira, esse trabalho se propoz a desenvolver e avaliar a estabilidade de formulações cosméticas contendo óleo fixo de *Oenocarpus bataua* e manteiga de *Astrocaryum murumuru*, e estudar o efeito reparador em cabelos danificados após procedimentos químicos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver formulações cosméticas (máscara capilar) contendo óleo fixo de patauá (*Oenocarpus bataua*) e a manteiga de murumuru (*Astrocaryum murumuru*) para reparação de cabelos pós-química.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

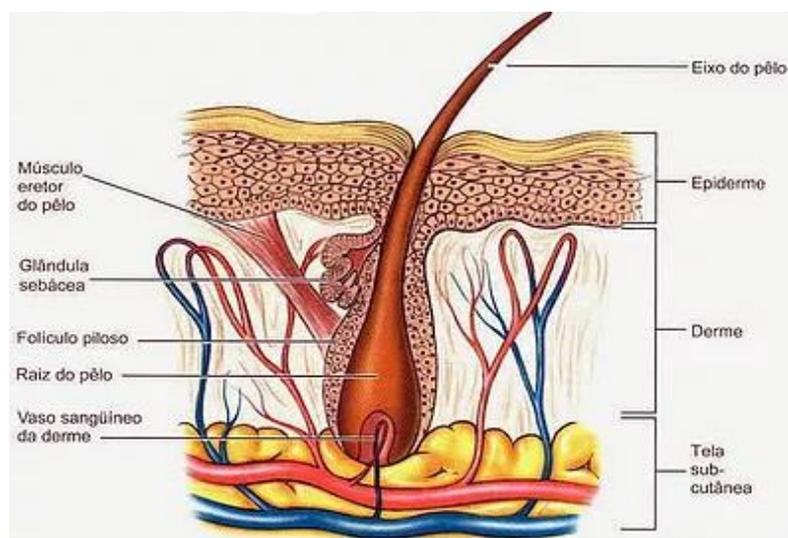
- a) Desenvolver máscaras capilares contendo óleo de patauá e manteiga de murumuru;
- b) Avaliar a estabilidade das formulações desenvolvidas;
- c) Comparar as propriedades mecânicas por meio de análise de perfil de textura (APT) das formulações desenvolvidas;
- d) Avaliar a resistência mecânica de mechas de cabelo após aplicação das formulações;
- e) Examinar o efeito das formulações nas fibras capilares por meio de microscopia;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A FIBRA CAPILAR

A fibra capilar tem origem na epiderme e pode ser dividida em haste e raiz. O bulbo do folículo piloso é composto por uma papila dérmica central e uma matriz de pelo circundante (raiz). Essa estrutura sofre muitas mudanças de acordo com a atividade cíclica do folículo piloso. No local de fixação do músculo eretor do pelo ao folículo, é a zona de protuberância das bainhas radiculares, a qual é considerada onde células-tronco iniciam um novo ciclo capilar. A haste do cabelo encerra-se em duas bainhas: a bainha radicular interna e bainha radicular externa. A papila dérmica está localizada na derme e é responsável pela regeneração do pelo e o seu crescimento. Anexada aos folículos pilosos, encontra-se a glândula sudorípara e sebácea, sendo a última responsável pela produção do sebo que por sua vez, atua como uma barreira de proteção desde a raiz à extensão da fibra (BOLDUC; SHAPIRO, 2001; WOLFRAM, 2001).

Figura 1 – Estrutura anatômica do folículo piloso.

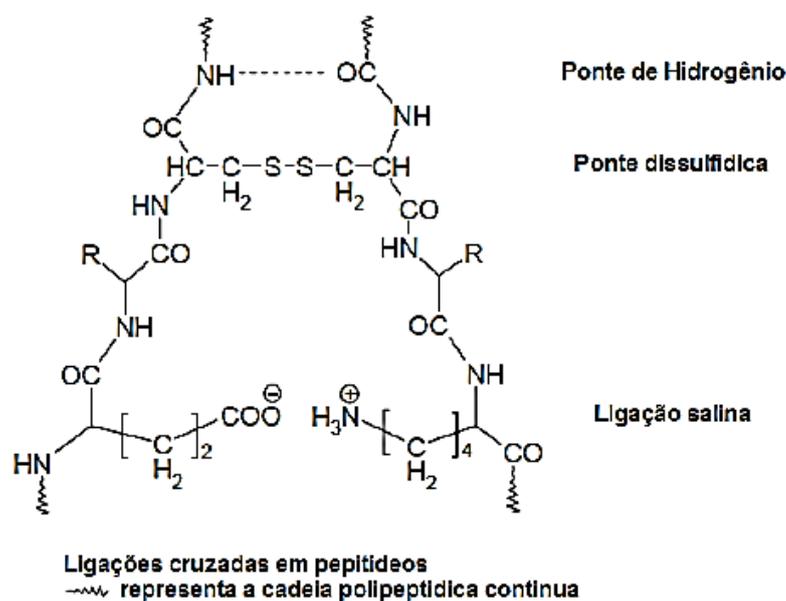


Fonte: VAN DE GRAAFF, 2003.

O fio de cabelo possui diâmetro de 50 a 100 μm , formado por células mortas, substancialmente por queratina. Nas bases foliculares, as células se multiplicam e, um complexo processo de síntese de proteínas, alinhamento estrutural e queratinização, alteram o citoplasma, transformando em um material fibroso, o cabelo (WOLFRAM, 2003; BHUSHAN, 2008; LEONARD, 2008). Em média, a cabeça contém mais de 100 mil folículos capilares. Cada folículo cresce cerca de 20 novas fibras capilares ao longo da vida. Cada fibra cresce por vários anos até cair e ser substituída por uma nova fibra (WOLFRAM, 2001).

Dependendo do teor de umidade, a composição do cabelo é feita por cerca de 65-95% de proteínas de queratina, mas também se encontra água, pigmentos e lipídeos estruturais e livres. As queratinas são uma associação de 20-50 aminoácidos com diâmetro de 7-11 nm, em que cada cadeia assume uma forma de hélice. Dentre os muitos aminoácidos do cabelo, a cistina é um dos mais importantes, pois cada cistina contém dois aminoácidos de cisteína em cadeias diferentes que ficam próximas uma da outra e estão ligadas entre si por dois átomos de enxofre, formando uma ligação muito forte conhecida como ligação dissulfeto. Essa ligação dissulfídica é do tipo covalente e muito importante na determinação das propriedades físicas e mecânicas da fibra capilar. Além dessa ligação, há outros diferentes tipos, como ligações de hidrogênio, interações de van der Waals e ligações salinas (BOLDUC; SHAPIRO, 2001; WOLFRAM, 2003; BHUSHAN, 2008; MIRANDA-VILELA et al., 2014), conforme apresentado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Tipos de ligações que ocorrem entre as cadeias de queratina na fibra capilar.



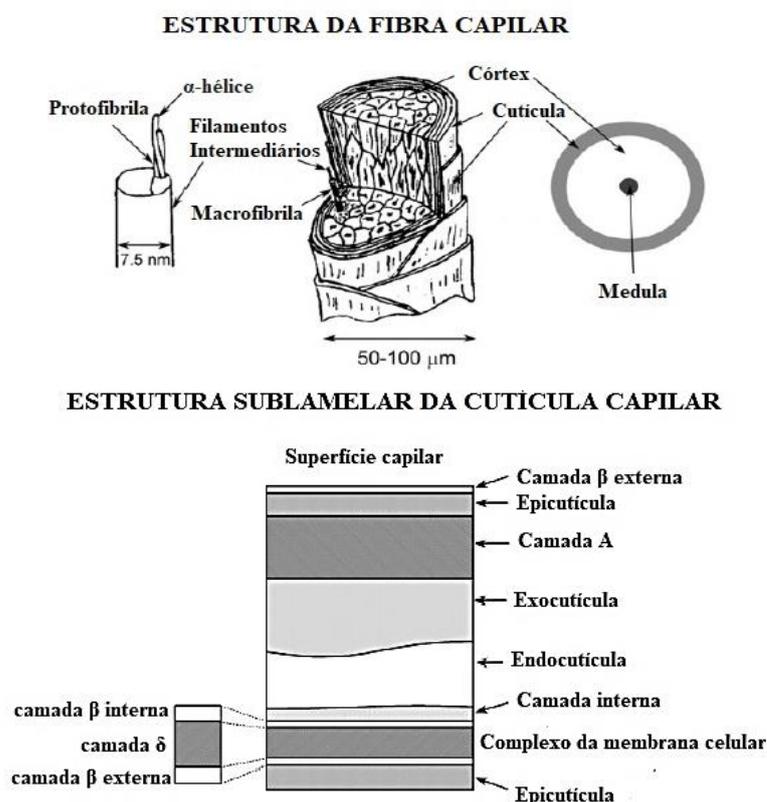
Fonte: SÁ DIAS, 2015.

O fio também é abundante em ligações peptídicas, além de muitos grupos CO e NH que formam as ligações de hidrogênio entre grupos de moléculas da cadeia vizinha. Apesar das ligações de hidrogênio serem levemente mais frágeis em comparação às ligações dissulfeto, serem desfeitas na presença de água, essas ligações são mais numerosas e muito importantes para a manutenção da estabilidade da estrutura da α -hélice da queratina (BHUSHAN, 2001).

Morfologicamente o cabelo humano é constituído por três subunidades principais: cutícula, córtex e medula. A cutícula é compreendida por 5-10 camadas de células planas sobrepostas que lembram bastante a forma de escamas ou telhas, podendo medir de 350 a 450

nm de espessura. Cada célula consiste em diferentes camadas sublamelares (epicutícula, camada A, exocutícula, endocutícula e camada interna) e o complexo da membrana celular (CMC). A epicutícula é a camada mais externa da cutícula, sendo constituída por uma fina capa de lipídio covalentemente ligado, majoritariamente Ácido 18-metileicosanóico (18-MEA) correspondente à camada β externa do CMC, que atua como uma barreira lubrificante, responsável pelo baixo atrito e por uma superfície hidrofóbica. A camada A é um componente de alto teor de cistina (cerca de 30%), conferindo considerável resistência mecânica, protegendo as células cuticulares dos danos por agentes químicos e físicos. A exocutícula também possui alto teor de cistina (15-20 %). Na face interna de cada célula da cutícula há uma fina camada de material conhecida como camada interna. Entre a exocutícula e a camada interna está a endocutícula que contém baixa concentração de cistina, aproximadamente 3%, porém é abundante em aminoácidos, e pode atuar como um canal que permite a passagem de substâncias devido a quantidade reduzida de ligações cruzadas e caráter hidrofílico. O complexo da membrana celular é uma estrutura lamelar que consiste: na camada β interna, a camada δ e a camada β externa. A camada β externa de o CMC separa as células da cutícula umas das outras conforme esquematizada na Figura 3 (WOLFRAM, 2001; BHUSHAN, 2008; ROBBINS, 2012; MIRANDA-VILELA et al., 2014).

Figura 3 – Esquemática das estruturas da fibra e da cutícula capilar.



Fonte: adaptado de Bhushan, 2008.

A cutícula atua como revestimento externo, formando uma barreira contra agentes químicos e físicos para proteger as estruturas mais internas, especialmente o córtex. Porém com o aumento do pH e/ou da temperatura pode ser aberta, facilitando a entrada destes produtos no interior da fibra. Além disso, a cutícula funciona como mecanismo de entrada e saída de água e outras substâncias presentes no fio. Como é a região de maior contato com o meio externo torna-se a área que mais suscetível a danos, portanto é importante que as cutículas estejam com escamas sobrepostas, senão o cabelo se torna poroso, sem brilho e pode desidratar com facilidade (GOMES; GABRIEL, 2006; HALAL, 2011).

O córtex corresponde a aproximadamente 90% do fio de cabelo, e nele contém células corticais alongadas de aproximadamente 100µm, e matriz cortical (CMC). As células corticais ocupam a maior parte da composição interna da fibra capilar, e são compostos essencialmente pelas microfibrilas orientadas longitudinalmente. Cada microfibrila consiste em filamentos intermediários, compostos por 16 dímeros (conformações de cadeias de α -hélice de queratina). Os filamentos intermediários contém pouca cistina (6%), e a matriz é rica em cistina (21%). O complexo da membrana celular compreende material adesivo que une a cutícula e as células corticais, e são compostos primariamente proteína não queratinosa e tem baixo teor de cistina (2%) (WOLFRAM, 2001; BHUSHAN, 2008).

A região do córtex é responsável pela resistência, flexibilidade e cor do cabelo. A estrutura de fibrilas e ligações dissulfeto permitem que o cabelo se comporte de forma similar a cabos da fiação (ROBBINS; CRAWFORD, 1991; HALAL, 2011; ROBBINS, 2012).

A medula geralmente compõe uma pequena porcentagem da massa capilar, é pobre em cistina, possui alto ter de lipídeos, e está localizada no centro da fibra, podendo ser contínua, fragmentada ou até inexistente. Acredita-se que contribui de forma insignificante para as propriedades mecânicas das fibras do cabelo humano (WAGNER, 2007; BHUSHAN, 2008).

3.2 DANOS CAPILARES CAUSADOS POR TRATAMENTOS QUÍMICOS

O cabelo permite amplas variedades de modificações, como comprimento, cor e forma, importantes para a autoestima e identificação do indivíduo. No entanto, as sucessivas aplicações de procedimentos químicos e físicos nas fibras capilares ocasiona alterações estruturais e podem danificar os fios. Segundo Sá Dias (2015), cerca de 65% das consumidoras brasileiras aplicam algum processo químico ou físico.

Para tornar o cabelo mais liso, pode-se utilizar dois tipos de processo: o físico (térmico) e o químico. Ambos consistem na quebra, temporária ou definitiva, das ligações moleculares

da queratina. A principal diferença desses processos envolve o tipo de ligações desfeitas. No alisamento térmico utilizam-se pranchas ou chapinhas e escovas, em que a energia térmica (calor) tem capacidade de alterar certas ligações hidrogênio, assim, alterando as estruturas de α -hélices no córtex. Infere-se então, que a queratina foi desnaturada e passa a assumir uma forma conhecida como folha- β -pregueada. A transição de α para β -queratina é responsável pela maior mobilidade das proteínas do cabelo, deixando-os lisos. Em casos de umidade, as ligações originais são recuperadas e as proteínas retornam para a forma de α -hélice. O alisamento térmico é temporário, visto que a desnaturação proteica é reversível (DIAS et al., 2007; OLIVEIRA, 2013; MIRANDA-VILELA et al., 2014). No alisamento químico há a quebra de ligações covalentes, além de ligações secundárias por processos de oxirredução. Dessa forma, a nova conformação do cabelo será mantida após as lavagens (DIAS et al., 2007; HALAL, 2011).

Quando saudável, o fio de cabelo possui pH ligeiramente ácido, com valores variando de 4,5-6,5. Nessa faixa de pH, as cutículas encontram-se fechadas. Contudo, o cabelo é sensível a alterações de pH. Mecanismos de ação como o do tioglicolato de amônio se destacam, pois consistem na conversão de ligações dissulfeto em grupo sulfidril por redução, e quando esse agente é incorporado a emulsões alcalinas, as cutículas se abrem, permitindo o ativo alisador penetrar facilmente na fibra capilar e atingir o córtex para reagir com a queratina, quebrando e rearranjando as pontes dissulfídicas, tornando ao fio mais maleável (BEDIN, 2008; MIRANDA-VILELA et al., 2014; SÁ DIAS, 2015). Em torno de 60% das ligações dissulfeto são desfeitas durante o processo redutor, e dessa porcentagem, 90% das ligações são refeitas na etapa oxidativa (KUZUHARA, 2005).

Os alisamentos a base de hidróxidos são menos seletivos e o mecanismo de alisamento é chamado de lantionização, portanto, a quebra das ligações dissulfeto são permanentes, causando mais danos à fibra capilar, apesar de os de apresentarem eficácia superior que o tioglicolato de amônio, porém o tioglicolato. Dentre esses compostos, o hidróxido de sódio é o que possui maior eficácia, porém é o mais danoso (WOLFRAM, 2003). Outros agentes comumente usados são: hidróxido de lítio e hidróxido de guanidina (BOLDUC; SHAPIRO, 2001; ABRAHAM et al., 2010). Porém, os alisantes mais utilizados no Brasil, em sua maioria de uso doméstico, é o tioglicolato de amônio (SÁ DIAS, 2015). De acordo com Grelmann et al. (2009), a ANVISA autoriza o uso desses componentes em alisamentos somente em determinadas concentrações máximas.

Os processos químicos de alisamento capilar estão entre os mais agressivos existentes, devido aos mecanismos descritos. O seu uso acarreta diversas alterações nas ligações químicas,

además, os alisadores podem ser responsáveis pela retirada da camada de ácidos graxos covalentemente ligados à cutícula, incluindo o 18-MEA, resultando em fio mais suscetíveis à eletricidade estática e ao *frizz* induzida pela umidade, além de perda de brilho, da maciez e da força (MIRANDA et al., 2014).

É válido ressaltar que o alisamento químico não possui ação sobre a nova parte da haste capilar que crescerá ou sobre novos fios de cabelo, portanto, essa nova parte do fio crescerá naturalmente, ou seja, com seu formato original, dessa forma, para a manutenção da forma lisa, será necessário um novo processo de alisamento nessa porção. Como consequência, tratamentos sucessivos podem levar a ruptura do cabelo, principalmente na junção do cabelo natural e do cabelo previamente alisado (BOLDUC; SHAPIRO, 2001).

3.3 TRATAMENTOS PARA RESTAURAÇÃO DA FIBRA CAPILAR

O organismo em si possui mecanismos de proteção a suas estruturas. O couro cabeludo produz substâncias oleosas através das cavidades pilo-sebáceas, que fornecem hidratação natural do cabelo para favorecer a saúde e o condicionamento do pelo. A retirada da camada de sebo pelo uso inadequado ou em excesso de produtos de higiene, uso contínuo de secadores, alisamentos ou ondulações permanentes e tinturas, além dos fatores ambientais (clima, exposição à água ou sol), faz necessário o uso de produtos que reponham a oleosidade natural dos fios (GOMES, 1999).

Para redução desses danos, são importantes produtos cosméticos capilares que tenham agentes condicionantes, cuja função principal é a proteção de elementos estruturais do cabelo dos efeitos danosos, para evitar a fragmentação e perda de células cuticulares. A utilização desses agentes reduz a força de fricção, melhora a textura dos fios e facilita a penteabilidade, mantendo o cabelo em estado de condicionamento ideal. Essas características são denominadas como funções primárias das formulações cosméticas capilares. Funções secundárias são: prevenir o efeito de *frizz* resultante de eletricidade estática, melhorar o brilho dos cabelos e ter efeitos preventivos contra fatores químicos e físicos (BHUSHAN, 2008; ARAÚJO, 2015).

As formulações destinadas a esse tratamento capilar, do tipo emulsões, contêm diversas substâncias em composição. Os principais são: tensoativos catiônicos, álcoois graxos, silicones e água. Outras substâncias como filtros solares, proteínas, antioxidantes e óleos vegetais podem ser acrescentados. Todos esses constituintes desempenham papel de proteção ao redor dos fios, diminuindo a perda de água pelos cabelos, melhoram suas características sensoriais e auxiliam na sua reparação (BHUSHAN, 2008).

Dentre as formulações cosméticas, as máscaras capilares se destacam, dado que elas contêm agentes antiestáticos (tensoativos catiônicos), que se integram ao fio, neutralizando cargas negativas (resquícios do uso do xampu ou já existentes devido ao ressecamento do cabelo); e emolientes, que atuam na formação de um filme lubrificante ao redor da fibra capilar, selando a cutícula e resultando em um cabelo macio, flexível, brilhoso e sem fios arrepiados.

As máscaras apresentam uma formulação similar a dos condicionadores, de emulsão catiônica ou não-iônica, mas sua diferenciação deve-se a maior concentração de agentes espessantes, com alta viscosidade, que também é uma característica sensorial reforçada e preferida pelos consumidores, pois associam a maior viscosidade a maior eficácia condicionante nos cabelos (ARAÚJO, 2015; REICH et al., 2009). Além disso, as máscaras capilares diferem também quanto a seu modo de uso, não são indicadas para uso diário, e sim, usualmente uma vez por semana ou quinzenalmente. Essa propriedade de tratamento intensivo das máscaras capilares se deve a capacidade da formulação conter maior concentração de ativos emolientes, os quais, dependendo da substância, podem permanecer na fibra por um intervalo de tempo maior após a lavagem dos cabelos, formando uma película protetora e oclusiva (ARAÚJO, 2015). Ainda quanto ao modo de uso, comparado aos condicionadores, o tempo de permanência das máscaras nos cabelos antes do enxágue é maior, permanecendo geralmente de 10 a 30 minutos, uma vez que esse intervalo mais prolongado permite tempo de contato para que os ativos da formulação tenham ação mais efetiva (DRAELOS, 2013). Diante disso, todas as máscaras têm propriedades hidratantes e até reparadoras. Na cutícula, promovem a selagem das células cuticulares e no córtex, atuando na reestruturação, principalmente em associação com outros princípios ativos (GOMES; GABRIEL, 2006).

O Brasil é considerado o quarto país que mais consome produtos cosméticos, atrás apenas de Estados Unidos, Japão e China, sendo também o quarto maior consumidor mundial de capilares (ABIHPEC, 2019). Dessa forma, a indústria cosmética internacional e nacional tem aplicado vigorosamente avanços em novos produtos e pesquisas que buscam melhor atender o público e exigências do cliente já que a autoimagem positiva é essencial para autoestima trazendo uma boa qualidade de vida. Como inovação se destaca produtos para tratamento capilar. A diversificação dos produtos de beleza tem sido um ponto estratégico para o aumento de grandes empresas do ramo, sendo este o segmento mais bem sucedido. Grandes empresas buscam cada vez mais inovar não só na qualidade e diversidades dos seus produtos, mas em relação ao desenvolvimento sustentável, analisando os impactos ambientais que os produtos podem causar no meio ambiente (MORAES et al., 2019).

3.4 PRODUTOS COSMÉTICOS NATURAIS, ORGÂNICOS E VEGANOS

Devido ao impulso pelo mercado alimentício de produtos naturais, orgânicos e veganos, houve um aumento de consumidores que estão optando por versões cosméticas que atendam aos mesmos requisitos éticos. Portanto, surge a necessidade na inovação em produtos que objetivem à sustentabilidade e a formulações mais naturais. O aprimoramento de produtos relacionados a óleos vegetais, frutas e sementes como fonte de matéria prima é uma das principais formas de atender esse mercado e atrair consumidores (FLOR et al., 2019; MORAES et al., 2019).

Os recursos naturais, desde a antiguidade, são amplamente explorados para fins medicinais. Os óleos vegetais são bastante populares no tratamento capilar por proporcionarem aparência saudável aos cabelos, devido ao seu poder de lubrificação e melhorarem as características de brilho e penteabilidade (GODE et al., 2011; KEIS et al., 2007).

Os óleos vegetais são extensamente utilizados em setores como: alimentos, cosméticos, fármacos, polímeros, entre outros. Na indústria cosmética, são usados devido ao fato que suas substâncias permitem repor os lipídios perdidos nos processos químicos e físicos, além disso, possuem caráter emoliente como os silicones, por possuírem triglicerídeos de diversos tamanhos. Em suma, são compostos de ácidos graxos, ácidos carboxílicos de cadeias longas, podendo ser saturados ou insaturados. A composição de cada óleo depende de sua origem e há uma grande diversidade de óleos naturais com propriedades distintas devido a esses diferentes perfis lipídicos. Para aplicação na fibra capilar, almeja-se que o triglicerídeo tenha cadeia linear e baixa massa molar, para tornar mais eficiente a penetração na fibra capilar (ALMEIDA, 2015; BIONDO, 2004; RELE; MOHIZE, 2003).

A introdução de produtos com maiores concentrações de ingredientes orgânicos e naturais em cosméticos passou a ser uma forte tendência na fabricação de produtos cosméticos, incentivando então, a agricultura orgânica, abrindo espaço para as empresas se comprometerem a um sistema agrícola equilibrado e sustentável. Portanto, o potencial de crescimento desse mercado é esperado, pois de acordo dados apontados pela consultoria norte-americana Grand View Research, o tamanho do mercado global de cosméticos naturais e orgânicos deverá atingir US\$ 25,11 bilhões até 2025. No Brasil, estima-se que haverá crescimento entre 5% e 10% dessa classe de produtos nos próximos anos (ABIHPEC, 2019).

3.5 PATAUÁ (*Oenocarpus bataua*)

Figura 4 – *Oenocarpus bataua*: A) Cachos com frutos; B) Detalhes de frutos; C) Sementes.



Fonte: adaptado de OLIVEIRA; OLIVEIRA; NOGUEIRA DOMINGUES (2018).

A patauá (*Oenocarpus bataua*) pertence à família *Areceae* e à mesma subfamília (*Euterpeinae*) da bacaba e do açaí, palmeiras conhecidas que produzem frutos muito apreciados e saudáveis (DARNET et al., 2011; MERTENS TALCOTT et al., 2008). No Norte do Brasil recebe as denominações batauá, koanani, patauá, pacauá, patoá, patuá e segem. A espécie está distribuída em diversos países da América Central e do Sul, e no Brasil ocorre na Região Norte, principalmente nos Estados do Acre, Amazonas, Pará e Rondônia (OLIVEIRA; OLIVEIRA; NOGUEIRA DOMINGUES, 2018).

É uma palmeira da floresta tropical ao longo do rio Amazonas, apresentando cerca de 15 m de altura e os frutos são de cor escura e tamanho de frutos de ameixa. Os frutos de patauá são variáveis no peso, tamanho e na composição dependendo da planta na população e, também, do local de origem. Apesar de pouco estudado, possui elevada qualidade nutricional e valor comercial. A polpa representa cerca de 40% do peso do fruto e é utilizada para preparar um suco de cor cinza muito consumido na região amazônica (DARNET et al., 2011; MILLER, 2002).

Apesar de a quantidade de estudos sobre a *Oenocarpus bataua* ser escasso, tem-se relatado que o óleo de patauá é rico em ácidos graxos monoinsaturados, com aproximadamente 82 %, sendo o oleico (73-82 %), o palmítico (13-18 %) e o esteárico (4,1 %), responsáveis por aproximadamente 90 % do total de ácidos graxos. A proporção de ácidos graxos saturados e

insaturados no óleo de patauá é semelhante à do azeite de oliva, o que representa uma proporção de ácidos graxos mais saudável. Ademais, o óleo de patauá tem significativas quantidades de tocoferóis, principalmente α -tocoferol. Devido à abundante quantidade de ácidos graxos e tocoferóis, o óleo de patauá apresenta alta estabilidade de oxidação, sendo assim, relevante para o uso farmacêutico, cosmético e alimentar (DARNET et al., 2011; MONTUFAR et al., 2010; RODRIGUES; DARNET; SILVA, 2010). Ademais, o patauá é rico em diversos aminoácidos, estando o triptofano e a lisina presentes em menor quantidade, sendo comparável à carne animal ou ao leite materno (BALICK; GERSHOFF, 1981).

Por apresentar sabor, odor e composição química similar ao azeite de oliva, décadas atrás, o óleo de patauá era extraído de forma artesanal em Belém e proximidades, sendo comercializado no mercado do Ver-o-Peso para ser consumido em frituras e em saladas (BALICK, 1988; OLIVEIRA; OLIVEIRA; NOGUEIRA DOMINGUES, 2018). Atualmente, a produção de frutos obtida por extrativismo, seja para o consumo *in natura* ou para a fabricação de picolés e sorvetes (GOMES-SILVA, 2005).

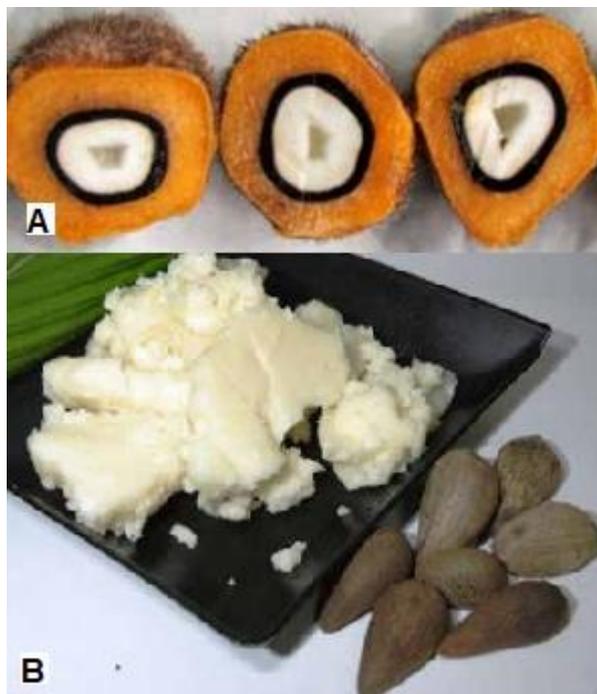
Estudos realizados por Campos et al., (2003), relatam que os seringueiros e ribeirinhos, além dos indígenas Tukano-oriental, Yawanawá e Kaxinawá conhecem diversos usos para o patauá. Na medicina popular, o uso oral é utilizado como laxante, e para uso tópico é usado para tuberculose, asma e outros problemas respiratórios, além de ser cicatrizante. Como cosmético, devido ao seu alto teor em ácido oleico, o óleo de patauá apresenta boas propriedades hidratantes, podendo ser empregado no cuidado da pele e dos cabelos. Também pode entrar em formulações de produtos anticaspa e revitalizantes para os cabelos. Tradicionalmente, ele já é empregado pelas comunidades amazônicas como tônico e no tratamento da queda dos cabelos (BALICK, 2000; SIVIERO et al., 2016). O ácido oleico é empregado no tratamento de caspa e de peles ressecadas, pela formação de um filme lipídico sobre a epiderme. O ácido esteárico pode ser empregado em produtos cosméticos como um agente hidratante de caráter oclusivo, ou seja, que impede a perda de água trans epidérmica (SCOTTI; VELASCO, 2003; ARAÚJO et al., 2007).

3.6 MURUMURU (*Astrocaryum murumuru*)

A palmeira murumuru é amplamente distribuída na Bacia Amazônica e produz frutos com casca vermelha e lenhosa, composta por amêndoa e polpa. Além disso, é uma palmeira de médio porte que cresce preferencialmente em solos de várzea da região amazônica desde a Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Venezuela até o

Brasil, onde ocorre na região Norte, nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Rondônia (MARRONATO et al. 2016; CORREA et al. 2020; BEZERRA; DAMASCENO, 2022).

Figura 5 – *Astrocaryum murumuru*: A) Corte transversal expondo a polpa, endocarpo e amêndoa; B) Amêndoas e gordura de murumuru.



Fonte: adaptado de BEZERRA; DAMASCENO (2022).

Nos municípios de Belém e Maracanã, no estado do Pará, verificou que a população utiliza os frutos do murumuru (Figura 5) para melhora do vigor e contra dores musculares, pois o alto teor de ácido láurico está associado ao estímulo do sistema imunológico e indiretamente à produção de mediadores associados à inflamação (JARDIM; MEDEIROS, 2006; SILVA et al., 2014).

O caroço do murumuru é composto por 50-55% de casca lenhosa e 45- 50% de amêndoa. As amêndoas são bastante oleosas, as quais se pode extrair aproximadamente 42% de uma gordura esbranquiçada e semi-sólida chamada manteiga de murumuru, com altos teores de ácidos oleico, linoleico e vitamina A, que pode ser utilizada como hidratante para pele e cabelos na indústria de cosméticos ou na fabricação de sabonetes e cremes devido a sua capacidade de reter de água. Além disso, a manteiga de murumuru é uma importante fonte de renda em algumas comunidades do Pará. (BEZERRA; DAMASCENO, 2022; GLEASON-ALLURED, 2015; MSIKA; PICCIRELLI, 2004).

Os estudos químicos sobre as composições da semente a manteiga demonstrou perfis únicos de triacilglicerídeo e ácidos graxos como: láurico (49,6 %), mirístico (28,2 %), palmítico

(6,5 %), esteárico (2,5 %), linoleico (3,1 %) e oleico (6,85 %), possuindo também fitoesteróis, com destaque para o β -sitosterol (CORRÊA et al. 2020; LIMA et al. 2017; MARRONATO et al. 2016; SILVA et al. 2010).

Segundo Pesce (2009), a gordura do murumuru apresenta características favoráveis ao seu processamento, a exemplo do ponto de fusão superior às outras matérias-primas oleaginosas, como o palmiste e o coco, conferindo-lhe uma consistência diferenciada. Ademias, a baixa acidez da gordura do murumuru confere uma qualidade superior quanto ao transporte para mercados internacionais.

3.7 ESTUDOS PARA AVALIAÇÃO DA SAÚDE DO CABELO

A demanda por produtos que melhorem a aparência do cabelo criou uma enorme indústria de cuidados capilares. Caracterização da estrutura, avaliações de propriedades físicas e mecânicas cabelo são essenciais para desenvolvimento de melhores produtos cosméticos (BHUSHAN; CHEN, 2006).

As avaliações dos produtos capilares pode envolver uso de equipamentos que geralmente apresentam alta sensibilidade, nos quais os testes são específicos e fornecem informações sobre um atributo para ensaio. Essas técnicas apresentam algumas vantagens, como: não há necessidade de painel de voluntários, certas avaliações podem ser realizadas rapidamente, há uso de mechas específicas por conta da condição do ensaio padronizado, além de poderem ser usados para estudos complexos (VELASCO et al., 2009).

3.7.1 Ensaios de Estabilidade

Estudos de estabilidade de produtos cosméticos fornecem informações que indicam relativamente o grau de estabilidade de um produto em diversas condições que podem estar sujeitas desde sua fabricação até o término de sua validade. Essa relatividade se deve à variáveis associadas à formulação, ao processo de fabricação e às condições ambientais de acondicionamento e de transporte podem influenciar na estabilidade do produto. Dessa forma, as alterações podem ser classificadas como extrínsecas, quando determinadas por fatores externos (tempo, temperatura, incidência luminosa, umidade, vibração, material de armazenamento e presença de microrganismo), ou intrínsecas, quando determinadas por fatores inerentes à formulação (incompatibilidades físicas e químicas, como pH, interação entre os ingrediente e reações de óxido-redução) (ANVISA, 2004).

Anterior aos Estudos de Estabilidade, o Guia de Estabilidade de Cosméticos (2004), recomenda submissão do produto ao teste de centrifugação a 3.000 rpm durante 30 minutos. O produto deve permanecer estável e qualquer sinal de instabilidade indica a necessidade de reformulação. Se aprovado nesse teste, o produto pode ser submetido aos testes de estabilidade. Assim, os estudos podem ser divididos em Estabilidade Preliminar e Estabilidade Acelerada. A Estabilidade Preliminar consiste na realização de duração reduzida, empregando condições extremas de temperatura, alternando intervalos regulares de tempo, visando acelerar possíveis reações entre seus componentes, com finalidade de auxiliar na triagem das formulações. A Estabilidade Acelerada emprega geralmente condições menos extremas que o teste anterior, além de ser um estudo preditivo que pode ser empregado para estimar o prazo de validade do produto, em que geralmente a duração é de noventa dias.

3.7.2 Ensaios Mecânicos: Análise do Perfil de Textura e Resistência dos Fios de Cabelo

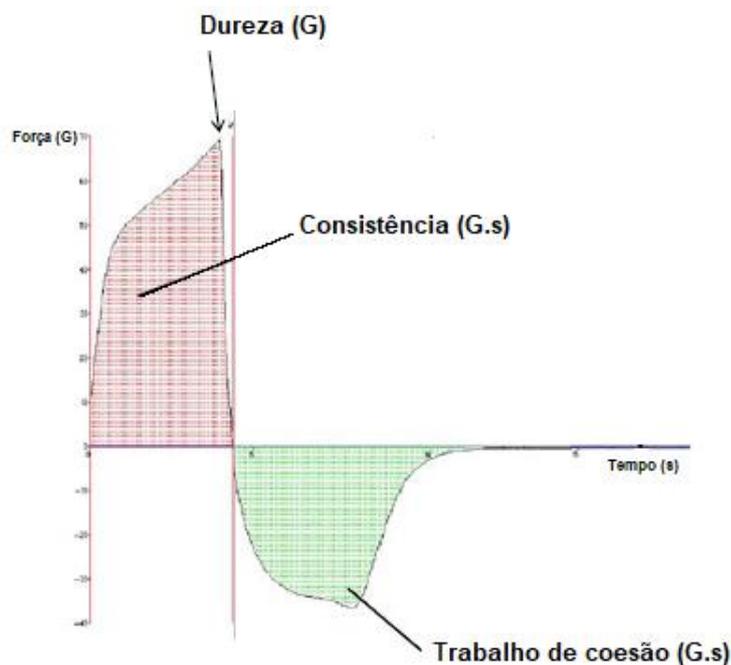
A textura pode ser definida como uma combinação de atributos mecânicos e de características de superfície de um produto, que pode ser percebida por meio de receptores mecânicos, táteis, visuais e auditivos. A análise de textura emprega várias técnicas para medições quantitativas das propriedades de um determinado material, sendo uma das mais relevantes, as técnicas mecânicas, as quais são amplamente utilizadas para caracterização de produtos nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica (TAI; BIANCHINI; JACHOWICZ, 2014).

A análise do perfil de textura é descrita como uma técnica analítica direta que pode ser aplicada à caracterização mecânica de formas farmacêuticas semissólidas. Nesta técnica, uma sonda analítica sólida é pressionada duas vezes em uma amostra a uma profundidade definida e a uma taxa definida, permitindo um período de atraso entre compressões sucessivas. A partir do gráfico de tempo de força resultante, os seguintes parâmetros mecânicos podem ser descritos: dureza (a força máxima na primeira deformação compressiva de um objeto), consistência (é a área sob a curva positiva) e trabalho de coesão (a área sob a curva negativa) como mostrado na Figura 5. Tais propriedades mecânicas estão diretamente correlacionadas com parâmetros sensoriais *in vivo*, como na remoção do produto da embalagem e características de aplicação, portanto, são bastante aplicáveis ao desenvolvimento de formulações tópicas (JONES et al., 1996, JONES, 1997).

Caracterizar emulsões por seu comportamento reológico e propriedades de textura e correlacionar as medidas instrumentais com características sensoriais pode ajudar os

formuladores a criar um produto que atenda às expectativas dos consumidores. Além disso, um banco de dados de parâmetros de produtos pode ser utilizado para projetar produtos futuros (HUYNH et al., 2020).

Figura 6 – Gráficos típicos de dados experimentais de imersão de penetrador cilíndrico na formulação do produto e as definições de parâmetros calculados.



Fonte: Adaptado de TAI; BIANCHINI; JACHOWICZ, 2014.

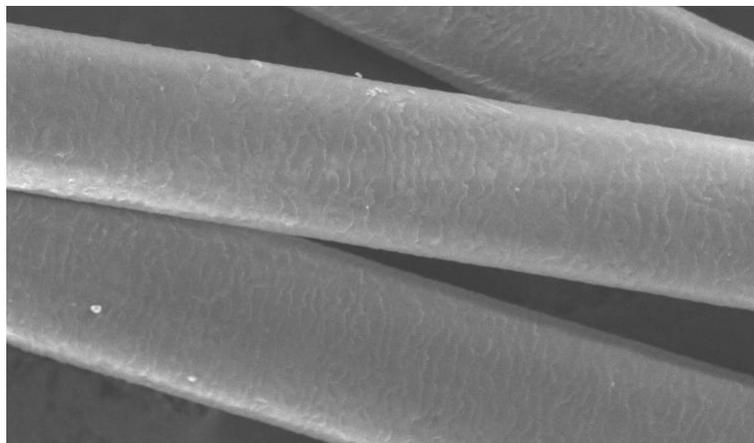
Quanto à resistência dos fios, pode-se caracterizar o cabelo como material elástico, que quando submetido a força de tensão, consegue retornar a sua forma original quando essa força é retirada. Porém, essa característica apresenta limites, que é a relação entre o estresse máximo e a tensão necessária para a quebra. Fios de cabelo danificados podem apresentar modificação na conformação elástica, além da alteração no diâmetro da fibra, que pode sofrer diminuição no número de camadas que compõem a cutícula. Para a avaliação desta propriedade, é utilizados Testes de Tração à Ruptura dos Fios (GARCIA; DIAZ, 1976; POZEBON et al., 1999; FRANÇA, 2014).

3.7.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Microscopia Eletrônica de Varredura é muito utilizada para análise de fios de cabelo. Esta técnica permite a observação de amostras espessas e não transparentes sob um feixe de elétrons. Também permite determinar a forma de um material, o tamanho das partículas e seu arranjo. Essa técnica de microscopia é muito utilizada para grande ampliação de uma

determinada amostra, geralmente para avaliar as condições morfológicas da superfície do cabelo. A amostra é revestida com um filme de carbono/ouro para conduzir corrente elétrica; então, sob alto vácuo, um feixe de elétrons é direcionado sobre ele e o espalhamento é avaliado por um detector, assim a imagem é gerada (DIAS, 2004; VELASCO et al., 2009).

Figura 7 – Fibra de cabelo saudável em microscopia com aumento de 400x.



Fonte: A autoria própria (2023).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Matérias-primas

Os insumos vegetais foram adquiridos pela empresa fornecedora de insumos cosméticos e farmacêuticos Amazon Oil (Belém – PA) e Engenharia das Essências (São Paulo – SP).

- Óleo fixo de patauá – Amazon Oil, Belém, AP, Brasil.
- Manteiga de murumuru – Amazon Oil, Belém, AP, Brasil.
- Metossulfato de behentrimonio e álcool cetosteárilico (BTMS 25) – Engenharia das Essências, São Paulo, SP, Brasil.
- EDTA dissódico – Engenharia das Essências, São Paulo, SP, Brasil.
- Acetato de Vitamina E – Engenharia das Essências, São Paulo, SP, Brasil.
- Nipaguard SCE – Engenharia das Essências, São Paulo, SP, Brasil.
- Trietanolamina – Glass Lab, São Paulo, SP, Brasil.

4.1.2 Mechas de Cabelo

As mechas de cabelo virgem ondulado castanho claro foram gentilmente cedidas pela empresa Salão da Mallu, Macapá – AP, Brasil.

4.1.3 Tratamento químico das mechas de cabelo

Os insumos para tratamento químico das mechas de cabelo foram adquiridos pela empresa Engenharia das Essências (São Paulo – SP) e pelo mercado local de Macapá – AP:

- Solução de Lauril Éter Sulfato de Sódio (Engenharia das Essências, São Paulo, SP, Brasil);
- Formulação alisante contendo Tioglicolato de Amônio (Embelleze, Itapevi, SP, Brasil).

4.2 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Figura 8 – Esquema gráfico do delineamento metodológico.

Fonte: Autoria própria (2023).

4.3 DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES

Foram desenvolvidas seis formulações na forma de cremes pós-tratamento com enxágue por meio do método de EPI (Emulsion Phase Inversion), conforme especificadas na Tabela 1.

As fases oleosas e fase aquosa foram pesadas e aquecidas separadamente a temperatura de 75 ± 2 °C. Após o aquecimento, as fases foram misturadas sob agitação mecânica com velocidade de 400 rpm e o conjunto foi mantido a temperatura ambiente (25 ± 2 °C). Posteriormente foram adicionados os componentes termolábeis até completa dispersão, sendo o pH foi ajustado para 4,5 para evitar a perda de água após selar as cutículas.

Tabela 1 – Matérias primas utilizadas e composição das formulações desenvolvidas.

Componentes	Formulações					
	Composição % (p/p)					
	P10M5B5	P10M5B7	P10M10B5	P10M10B7	P10B5	P10B7
Fase A (oleosa)						
Óleo fixo de patauá	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Manteiga de murumuru	5,0	5,0	10,0	10,0	-	-
Metossulfato de behentrimonio e álcool cetosteárilico (BTMS 25)	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0

Fase B (aquosa)						
Água destilada	qsp 100%					
EDTA dissódico	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Fase C (termolábil)						
Acetato de Vitamina E	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Nipaguard SCE	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Trietanolamina	Qs	qs	qs	qs	qs	qs

Fonte: Autoria própria (2023).

4.4 TESTES DE ESTABILIDADE

4.4.1 Centrifugação

Para o ensaio de centrifugação, 5 gramas de cada amostra foram submetidas a três ciclos de centrifugação a 3.000 rpm por 30 minutos (ANVISA, 2004). Após o final de cada ciclo, a presença ou ausência de algum sinal de instabilidade das formulações foi avaliada visualmente.

4.4.2 Ciclo Gelo-Degelo

As amostras foram armazenadas em temperaturas diferentes, geladeira (4°C) e estufa (40°C), em intervalos ordenados, ou seja, um ciclo de 12 dias e de 24 horas em cada condição. Ao final desses ciclos, as amostras foram submetidas a ação centrífuga a 3000 rpm durante 60 minutos para avaliar separação de fases (ANVISA, 2004).

4.4.3 Teste de Estabilidade Acelerada

As amostras foram submetidas a um estudo de estabilidade acelerada de acordo com os procedimentos descritos no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (ANVISA, 2004). Foram alocadas em quatro diferentes temperaturas: ambiente (25°C), geladeira (4°C) e estufa (40°C) e frente à exposição luminosa (25 – 40 °C). Foram avaliados os seguintes parâmetros: cor, odor, aparência e pH no período de 24 horas, 30, 60 e 90 dias, após a obtenção da formulação.

4.4.4 Determinação do pH

Determinou-se o pH por meio de técnica potenciométrica através da inserção direta do eletrodo em três amostras de cada concentração da formulação diluída a 5 % em água destilada, sendo o resultado expresso como a média destes valores de acordo como descrito no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (ANVISA, 2004)

4.5 ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA

A análise do perfil de textura (APT) das formulações foi realizada com auxílio de um analisador de textura (TXA-XT *plus*, Stable Micro Systems).

Amostras de cerca de 15 g de cada formulação foram colocadas em frascos de McCartney, evitando a introdução de bolhas. No módulo APT, uma prova analítica de policarbonato (10 mm de diâmetro) foi comprimida duas vezes no interior das amostras, com velocidade de 2 mm/s, profundidade de 15 mm e tempo de 15 s entre o final da primeira e o início da segunda compressão. As análises foram realizadas em seis replicatas para cada amostra nas temperaturas de 25 e 37°C. A partir dos gráficos, resultantes da força vs. distância e força vs. tempo, a dureza (força necessária para atingir uma dada deformação), a compressibilidade (trabalho necessário para deformar o produto durante a primeira compressão da prova) e o trabalho de coesão (trabalho necessário para superar as forças de atração entre as superfícies da amostra e da prova) foram calculados (JONES et al., 2002).

4.6 TRATAMENTOS QUÍMICOS DAS MECHAS DE CABELO

Para o processo de alisamento, foram utilizadas 2 gramas de mechas de cabelo, com 25 cm de comprimento. As mechas foram lavadas previamente com solução de Lauril Éter Sulfato de Sódio a 10 % p/p e foram secas naturalmente a $25 \pm 2^\circ \text{C}$ e UR de $55 \pm 5 \%$.

As mechas foram submetidas ao alisamento químico com emprego de formulação contendo tioglicolato de amônio, lavadas com solução de Lauril éter sulfato de sódio a 3% p/p, tratadas com 2 g de cada formulação testada, sendo massageadas por dois minutos na orientação raiz-pontas. Em seguida, as mechas foram deixadas em repouso por 3 minutos e, então, enxaguadas com água corrente por um minuto, para remoção dos resíduos. Após a lavagem, as mechas foram secas a temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ \text{C}$). Esse procedimento foi repetido por 5 dias consecutivos.

4.7 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DA FIBRA CAPILAR

Foi avaliada a tração à ruptura do fio de cabelo, com auxílio de Texturômetro TXA-XT *plus*, Stable Micro Systems. Os seguintes parâmetros foram utilizados: Velocidade de tração de garras de 300 mm /min, distância para teste de 40,0 mm, célula de carga de 50 Kg e sensibilidade de 0,49 N.

As fibras de cabelo, com 5 cm de comprimento, foram presas individualmente em garras localizadas na parte superior e inferior do equipamento e, então, submetidas ao ensaio. As fibras foram tracionadas, sendo determinada a força máxima (N) necessária para ruptura do fio de cabelo (VELASCO et al., 2009).

4.8 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foram realizadas com auxílio do aparelho de MEV ambiental, da marca Hitachi modelo TM3030Plus Tabletop Microscope (Tóquio, Japão). As sondagens foram realizadas em condição ambiente utilizando-se voltagem de aceleração de 15 KV, a uma distância de trabalho de 7800 μm , sob magnificação entre 100 e 1000 vezes.

Foram avaliadas a aparência geral da fibra capilar, deposição de partículas sobre o fio de cabelo e alterações morfológicas e estruturais (VELASCO et al., 2009).

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos entre duas populações foram comparados empregando Teste-t de Student, enquanto para três ou mais populações, empregou-se Análise de Variância (ANOVA) segundo um critério, seguida do Teste de Tukey, utilizando o *software* SigmaPlot 10.0 (Systat Software, California, EUA). Em todas as análises, foram considerados significativos valores de p menores ou iguais a 5 % ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES

Foram desenvolvidas emulsões do tipo emulsões O/A, classificadas como máscaras de tratamento. Buscou-se em literatura científica sobre matérias primas vegetais que possivelmente tivessem efeitos positivos no aumento da resistência dos fios e no poder emoliente, como os óleos e manteigas vegetais. Portanto o óleo fixo de patauá e a manteiga de murumuru foram escolhidos pela sua diferente constituição lipídica e pelas suas propriedades distintas e complementares como agentes hidratantes e emolientes.

Posteriormente, foi feita uma busca na literatura do sistema emulsionante e dos demais componentes, avaliando a faixa de uso recomendadas, a compatibilidade entre eles e a capacidade de gerar formulações estáveis. O tensoativo catiônico metossulfato de beentrimônio e álcool cetoestearílico (BTMS 25) foi escolhido devido a sua capacidade autoemulsionante, sendo um agente condicionador de elevada performance. Dessa forma, chegou-se na escolha das matérias-primas descritas na Tabela 1.

Na primeira tentativa de padronização das formulações, foi avaliada a velocidade de rotação, que foi de 500 rpm, na etapa de agitação e mistura das fases oleosa e aquosa, além disso, foi testada a concentração de 3 % de emulsionante, utilizando uma formulação semelhante a P10M5B5. Essa velocidade de agitação resultou em uma leve formação de espuma, portanto, na seguinte formulação decidiu-se diminuir para 350 rpm. Quanto a concentração de BTMS 25, a textura ficou branca e brilhosa, aparentemente estável, porém com viscosidade semelhante a um condicionador, sendo decidido então, utilizar concentrações maiores nas próximas etapas, de 5 % e 7 %, para ajuste dessa viscosidade.

Após os ajustes, foram obtidas formulações próximas a P10M5B5 e P10M5B7, com características organolépticas estáveis. Em seguida, foram submetidas a pequenos ensaios de controle de qualidade, para avaliar a estabilidade das emulsões formadas, como centrifugação à 3000 rpm por 3 minutos e determinação de pH. Quanto ao pH, as formulações estavam no limite mínimo aceitável, de 3,5, sendo, portanto, necessário o ajuste para 4,5. Para isso, foram utilizadas algumas gotas de trietanolamina. As formulações apresentaram-se resultados estáveis, mesmo após o ajuste de pH. Dessa forma, foram obtidas as formulações P10M5B5 e P10M5B7, efetivamente.

Posteriormente, foram feitas tentativas de incorporação de proporções iguais de óleo fixo de patauá e de manteiga de murumuru. Em um primeiro momento, utilizou-se 5 % de cada

componente oleoso, porém mesmo com a concentração de BTMS 25 a 7 %, essas formulações não apresentaram consistência estável, tendo aparência liquefeita, semelhante a condicionadores. Assim, decidiu-se testar concentrações de 10% de óleo de patauá e 10% de manteiga de murumuru, resultando em formulações semelhantes a P10M10B5 e P10M10B7, sendo somente necessário ajuste de pH, que também se apresentou baixo, com média de 3,6, portanto, sendo ajustado com trietanolamina.

Além disso, resolveu-se testar formulações somente com óleo de patauá, afinal, foi a primeira e principal escolha de matéria prima vegetal. Como a concentração de 10 % apresentou resultados satisfatórios nas tentativas anteriores, utilizou-se esse valor como referência. As formulações obtidas mostraram-se aparentemente estáveis, sendo necessário somente ajuste de pH para 4,5 também, assim, resultando nas formulações P10B5 e P10B7.

Após esses ajustes na formulação base, obtiveram-se as seis formulações apresentadas na Tabela 1, as quais foram submetidas aos ensaios de controle de qualidade aplicados aos cosméticos para avaliar as possíveis mudanças físico-químicas das emulsões formadas.

5.2 TESTES DE ESTABILIDADE

5.2.1 Centrifugação

Todas as formulações desenvolvidas apresentaram-se estáveis, sem separação de fases, após os três ciclos de centrifugação, sendo, portanto, levadas a análises subsequentes, de acordo com a Figura 4.

Figura 9 – Resultado das seis formulações pós centrifugação.



Fonte: Autoria própria (2023).

5.2.2 Ciclo Gelo-Degelo

O estudo de estabilidade preliminar a partir do ciclo gelo-degelo consiste em testes de fase inicial de curta duração. De acordo com o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (2004), a utilização de variações extremas de temperatura tem como objetivo o aceleração de possíveis reações que podem surgir entre os componentes da formulação, dando ao estudo a característica de triagem das formulações. Assim, não foram observadas mudanças macroscópicas nas características organolépticas de todas as formulações desenvolvidas no período de 12 dias alternando os ambientes conforme demonstrada na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das características organolépticas do Teste de Gelo-Degelo.

	CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO											
	G	D	G	D	G	D	G	D	G	D	G	D
	DIAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P10M5B5												
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P10M5B7												
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P10M10B5												
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P10M10B7												
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P10B5												
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
P10B7												
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

G= Geladeira (4.0 ± 1.0 °C), D = Degelo na estufa (40.0 ± 2.0 °C), N= Normal, LM= Levemente modificada, M= Modificada.

* Valores da média de triplicatas \pm desvio padrão das amostras

Fonte: Autoria própria (2023).

5.2.3 Teste de Estabilidade Acelerada

As amostras foram submetidas a um estudo de estabilidade acelerada de acordo com os procedimentos descritos no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (2004). Com isso, não foram observadas grandes mudanças organolépticas (cor, odor e aspecto) nas formulações desenvolvidas no período de 24h, 30, 60 e 90 dias em cada alocação, conforme demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Características organolépticas das formulações desenvolvidas submetidas ao Teste de Estabilidade Acelerada.

	CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO															
	E				G				T. A				ES			
	DIAS															
	01	30	60	90	01	30	60	90	01	30	60	90	01	30	60	90
P10M5B5																
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	LM
Aspecto	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	LM
P10M5B7																
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM
Odor	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	LM
Aspecto	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	LM
P10M10B5																
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM
Odor	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	LM
Aspecto	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	M
P10M10B7																
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	LM
Aspecto	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	LM
P10B5																
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM
Odor	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	M
Aspecto	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	M
P10B7																
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM
Odor	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	LM
Aspecto	N	N	N	LM	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	LM	LM

E = Estufa (40.0 ± 2.0 °C), G= Geladeira (4.0 ± 1.0 °C), T. A= Temperatura Ambiente (25.0 ± 2.0 °C), ES = Exposição Solar, N= Normal, LM= Levemente modificada, M= Modificada.

* Parâmetro da média de triplicatas

Fonte: Autoria própria (2023).

5.2.4 Determinação do pH

Na avaliação acelerada, os valores de pH de todas as formulações desenvolvidas mantiveram-se sem alterações significativas.

Cada formulação possui uma faixa de pH ideal para que seja um sistema estável por um período prolongado. Além disso, há produtos que, dependendo do uso proposto, exigem um determinado pH. A faixa de pH usual de condicionadores situa-se entre 3,5 e 4,5.

Os valores das médias do valor de pH obtidos durante a realização do teste de estabilidade acelerada encontram-se descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados das médias dos valores de pH obtidos em cada condição de armazenamento.

	CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO															
	E				G				T. A				ES			
	DIAS															
	01	30	60	90	01	30	60	90	01	30	60	90	01	30	60	90
P10M5B5	4,4	4,5	4,3	4,2	4,4	4,5	4,4	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,1
P10M5B7	4,5	4,3	4,2	4,1	4,5	4,5	4,4	4,3	4,5	4,6	4,5	4,3	4,5	4,3	4,1	4,0
P10M10B5	4,5	4,4	4,3	4,1	4,5	4,5	4,5	4,4	4,5	4,5	4,5	4,3	4,5	4,2	4,2	3,9
P10M10B7	4,4	4,2	4,1	4,0	4,4	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	4,3	4,2	4,4	4,2	3,9	3,9
P10B5	4,4	4,4	4,2	4,1	4,4	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	4,3	4,3	4,4	4,2	4,1	4,0
P10B7	4,4	4,4	4,3	4,2	4,4	4,5	4,5	4,3	4,4	4,4	4,4	4,3	4,4	4,2	4,1	3,9

E = Estufa (40.0 ± 2.0 °C), G= Geladeira (4.0 ± 1.0 °C), T. A= Temperatura Ambiente (25.0 ± 2.0 °C), ES = Exposição Solar.

* Parâmetro da média de triplicatas \pm desvio padrão.

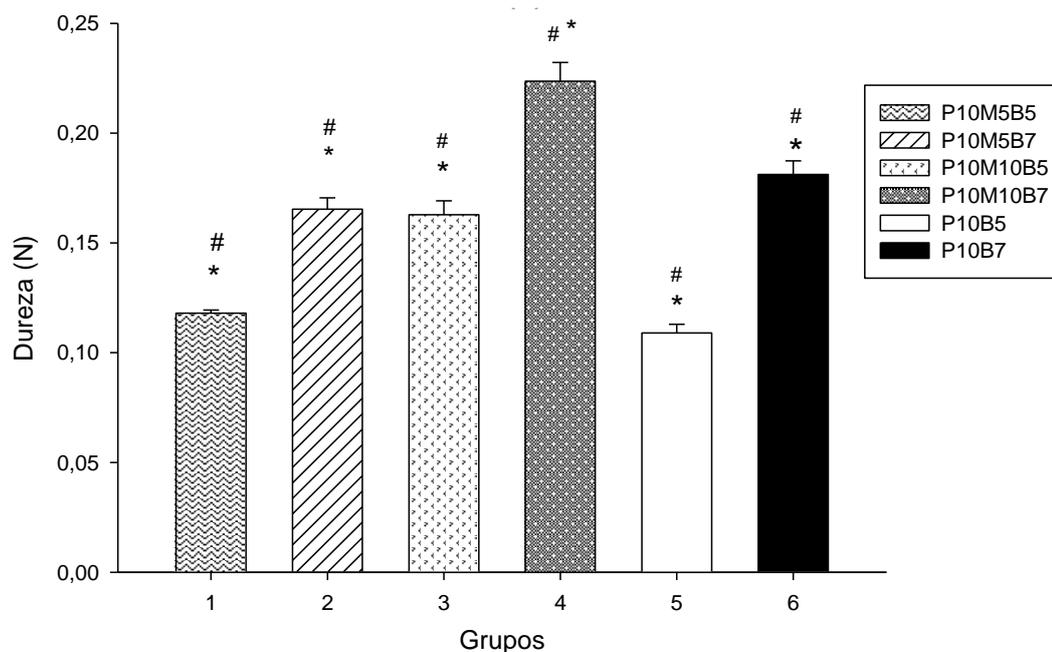
Fonte: Autoria própria (2023).

5.3 ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA

Pode-se inferir que as formulações examinadas apresentaram diferentes propriedades mecânicas e que sofreram influência significativa pelas mudanças de concentração de BTMS e manteiga de murumuru. Os resultados desses parâmetros estão dispostos nas figuras 10, 11 e 12, na qual adotou-se valor de referência de variação ($p < 0,5$).

Com aumento da concentração de BTMS e a presença de manteiga de murumuru, observou-se aumento significativo nos três parâmetros analisados. A presença de substâncias lipídicas pode causar rearranjos que podem levar a alterações no perfil de textura de formulações (LUPI et al., 2018; PENSÉ-LHÉRITIER, 2015; PARENTE; FRANCINE; PATRÍCIA; MAIA CAMPOS, 2020).

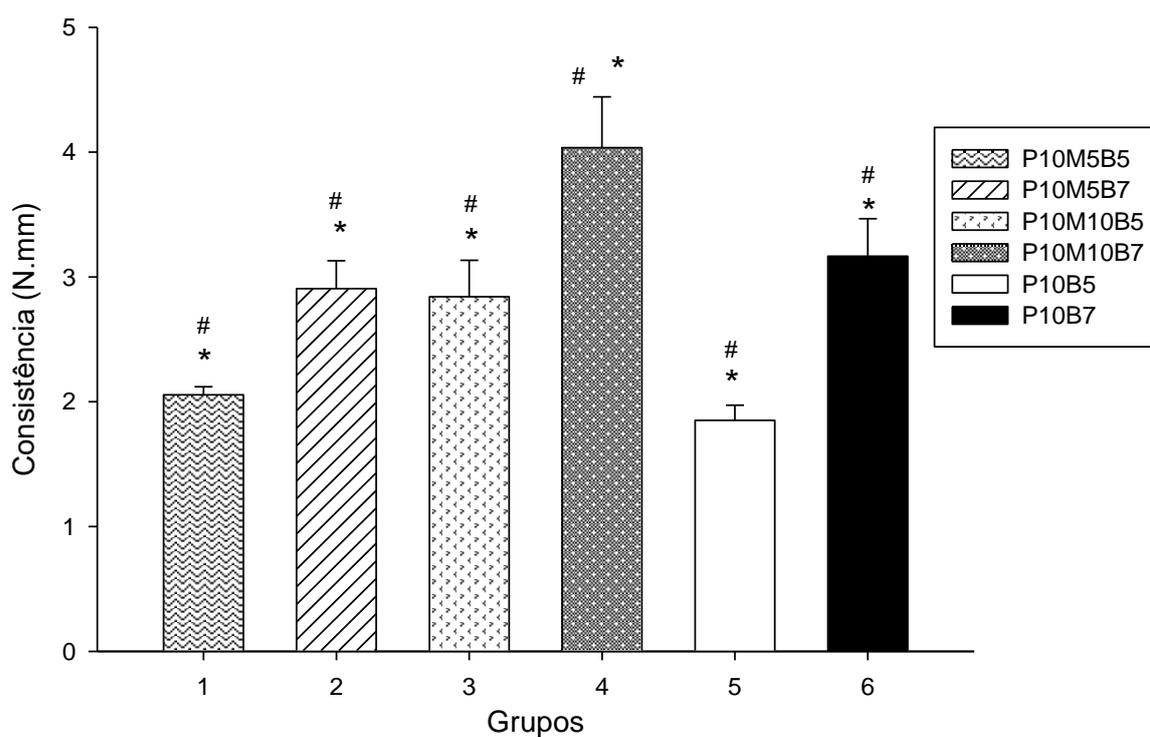
Figura 10 – Gráfico comparativo da média da dureza das seis formulações.



Valores expressos como média \pm DP em seis réplicas por grupo. *variação em relação a concentração de BTMS, # variação em relação a concentração de manteiga de murumuru.

Fonte: Autoria própria (2023).

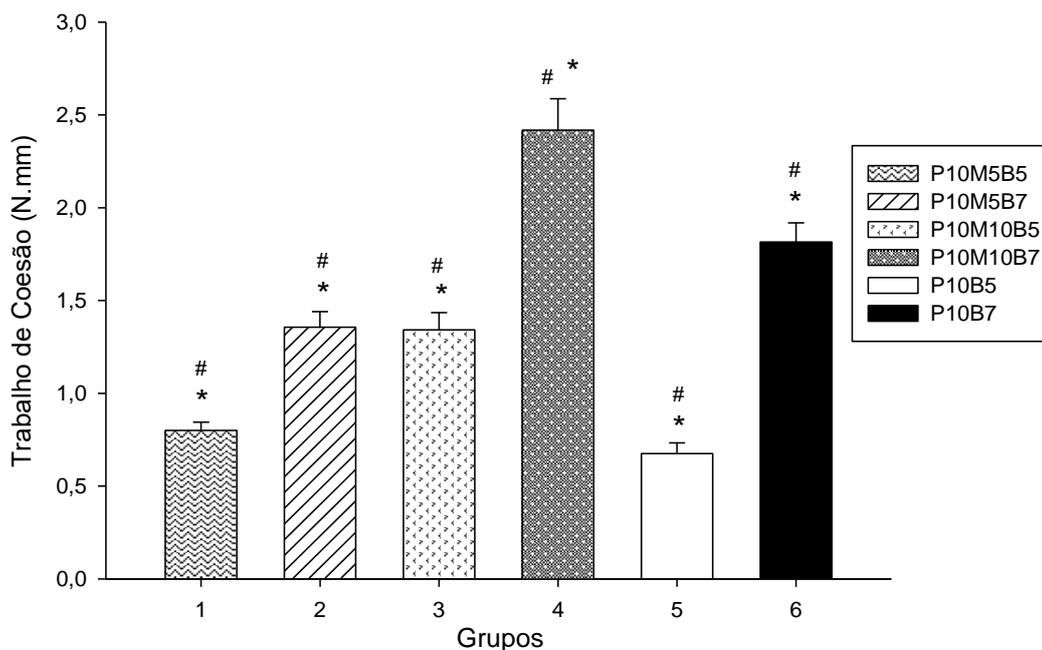
Figura 11 – Gráfico comparativo da média da consistência das seis formulações.



Valores expressos como média \pm DP em seis réplicas por grupo. *variação em relação a concentração de BTMS, # variação em relação a concentração de manteiga de murumuru.

Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 12 – Gráfico comparativo da média do trabalho de coesão das seis formulações.



Valores expressos como média \pm DP em seis réplicas por grupo. *variação em relação a concentração de BTMS, # variação em relação a concentração de manteiga de murumuru.

Fonte: Autoria própria (2023).

As figuras 10, 11 e 12 mostram os resultados dos parâmetros de ATP. Quanto a variação de tensoativo, nota-se que em relação a P10M5B5, o aumento de concentração de BTMS em P10M5B7 levou a um aumento de 40 % no parâmetro de dureza, de 41 % no parâmetro de consistência e 69 % no trabalho de coesividade ($p < 0,001$). Observou-se também que, comparado a P10M10B5, o aumento de BTMS em P10M10B7 ocasionou aumento de 37 % no parâmetro de dureza, 42 % na consistência e de 80 % no trabalho de coesão ($p < 0,001$). Com relação a P10B5, a adição de BTMS em P10B7 conduziu ao aumento de 66 % na dureza, 71 % na consistência e de 269 % no trabalho de coesão ($p < 0,001$). Assim, é notável que o emulsificante teve um impacto substancial nas propriedades de textura, assim como analisado por Hyunh et al., (2020) em seus estudos sobre as relações de reologia-textura-sensorial de emulsões cosméticas, no qual ele atribui esse comportamento devido às propriedades dos emulsificantes, pois devido a sua natureza cerosa, o emulsificante atua como modificador de textura e comportamento reológico.

Quanto as variações relacionadas a concentração de manteiga de murumuru, pode-se observar que a variação dos parâmetros de dureza, consistência e trabalho de coesão são proporcionais a variação da concentração e da presença de manteiga de murumuru. Como observado, quanto a P10M5B5, o aumento da concentração de manteiga em P10M10B5 levou ao conseqüente aumento de 38% nos parâmetros de dureza e consistência, e de 67% no trabalho

de coesão ($p < 0,001$). Assim como, em referência a P10M5B7, o aumento da concentração de manteiga em P10M10B7 conduziu a elevação de 35% na dureza, 39% na consistência e 78% no trabalho de coesão ($p < 0,001$). A presença ou ausência de manteiga de murumuru também influenciou nos parâmetros analisados, pois comparado a P10M10B5, a ausência de manteiga em P10B5 acarretou diminuição dos três parâmetros: 35% na dureza e consistência e 49% no trabalho de coesão ($p < 0,001$). E também, no que se refere a P10M10B7, a ausência de manteiga na P10B7, houve de redução de 19% na dureza, 21% na consistência e 25% no trabalho de coesão ($p < 0,001$). Assim como Vieira et al. (2019), as formulações que contém manteiga apresentaram valores superiores para todas as medidas instrumentais analisadas, principalmente para dureza e consistência.

A dureza e a área positiva (consistência) juntos indicam a espalhabilidade de uma amostra. Uma maior variação desses parâmetros indica uma amostra menos espalhável, enquanto um pico positivo mais baixo e uma área menor sob a curva indicam uma amostra mais espalhável. O pico negativo indica forças adesivas dentro da amostra, quanto mais negativo o valor, mais pegajosa a amostra. A área sob a curva negativa refere-se ao trabalho de coesão da amostra (HYUNH et al., 2020).

A espalhabilidade é um perfil de textura correlacionado com a sensação do toque quando um produto é aplicado na pele, podendo influenciar na adesão ao uso (HYUNH et al., 2020; JENKINS; QUINTANA-ASCENCIO, 2020).

5.4 TRATAMENTOS QUÍMICOS DAS MECHAS DE CABELO

Atualmente os produtos alisantes comercializados em mercados, em sua maioria, já contém ativos emolientes para auxiliar na reparação de danos capilares. Neste estudo foi empregado o produto disponível com poder alisante isolado, de maior concentração de ativo, de pH mais elevado encontrado disponível, e de maior consumo doméstico pelos consumidores, que foi o alisante a base de tioglicolato de amônio (Embelleze, Itapevi, SP, Brasil).

Com base nos resultados organolépticos mais satisfatórios e nos resultados de análise de textura mais potencialmente atrativos para o consumidor, as formulações P10M10B7 e P10B7 foram escolhidas para a realização desta etapa do trabalho. Os grupos de mechas foram separadas nos seguintes grupos (Figura 13):

Grupo 1: mecha de cabelo virgem (sem alisamento químico e sem tratamento).

Grupo 2: mecha de cabelo com alisamento químico a base de tioglicolato de amônio e sem tratamento.

Grupo 3: mecha de cabelo com alisamento químico a base de tioglicolato de amônio e tratamento com P10M10B7.

Grupo 4: mecha de cabelo com alisamento químico a base de tioglicolato de amônio e tratamento com P10B7.

Figura 13 – Grupamento das mechas de cabelo para tratamento químico.

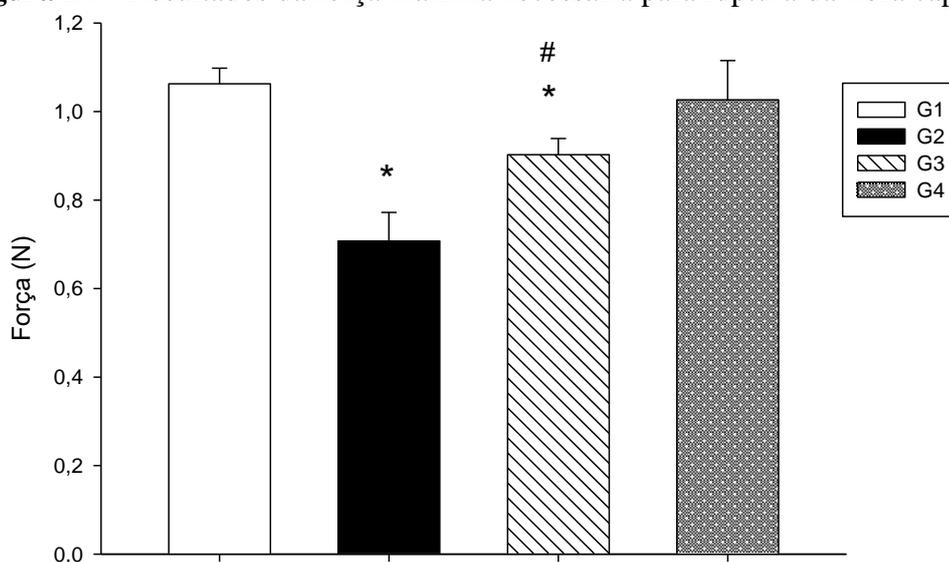


Fonte: Autoria própria (2023).

5.5 AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DA FIBRA CAPILAR

Os grupos de mechas de cabelo da fase de tratamento químico seguiram para esta etapa, na qual foram avaliadas as propriedades mecânicas dos cabelos utilizando os valores médios de força máxima (N) resistida pelos fios antes de sua ruptura. Na Figura 14, observa-se diferenças de força de ruptura empregadas entre os diferentes grupos de mechas de cabelo.

Figura 14 – Resultados da força máxima necessária para ruptura da fibra capilar.



Valores expressos como média \pm DP em seis réplicas por grupo. *comparado a G1, #comparado a G2.

Fonte: Autoria própria (2023).

Pode-se observar no gráfico que foi necessária uma força média de $1,06 \pm 0,06$ N para romper os fios de cabelo das mechas virgens (G1). Quanto a mecha de cabelo submetida ao processo de alisamento químico à base de Tioglicolato de Amônio (G2), a força média máxima necessária foi de $0,70 \pm 0,06$ N, ou seja, o dano químico levou a uma diminuição de aproximadamente 30% na resistência à ruptura da fibra capilar em relação ao cabelo virgem ($p < 0,001$).

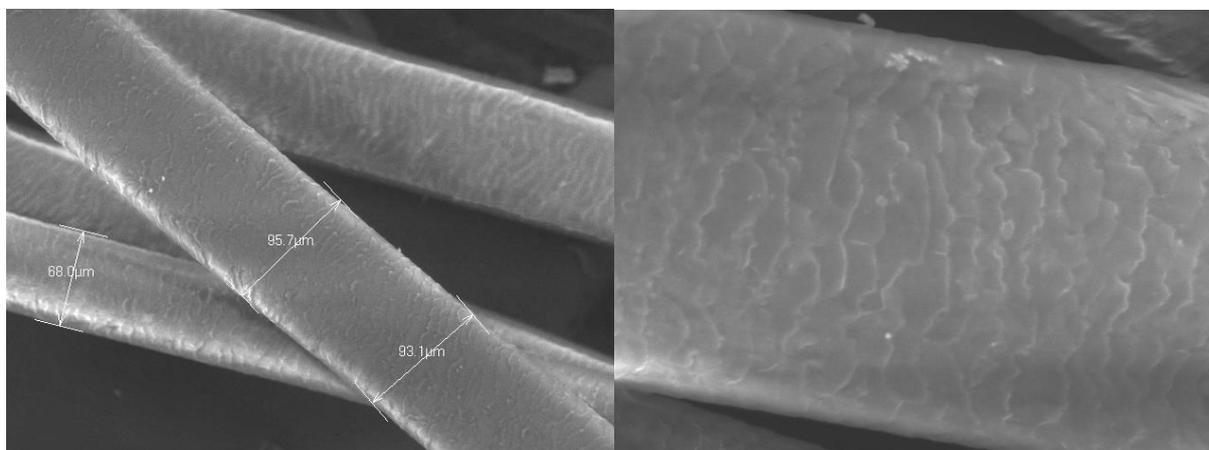
Para as mechas dos grupos 3 e 4, os valores obtidos foram $0,90 \pm 0,03$ N e $1,02 \pm 0,08$ N, respectivamente. Tanto o tratamento com P10M10B7 quanto com P10B7 apontaram valores melhores do que os obtidos na mecha submetida somente ao alisamento químico ($p < 0,001$).

Considerando os resultados obtidos, o grupo de mechas G4, que foi tratado com a formulação 6, obteve o melhor resultado frente ao teste de força máxima de ruptura, cujo valor de 1,02 N foi muito próximo ao da mecha de cabelos virgens ($p > 0,05$), além de apresentarem melhores propriedades sensoriais, como brilho e maciez.

5.6 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

As imagens obtidas por meio de MEV do Grupo 1 para um cabelo saudável e virgem, confirmam o descrito em literatura, com células sobrepostas e camada uniforme, conforme Figura 15.

Figura 15 – Microscopia do fio de cabelo virgem em aumento de 400x (esquerda) e em aumento de 1200x (direita).

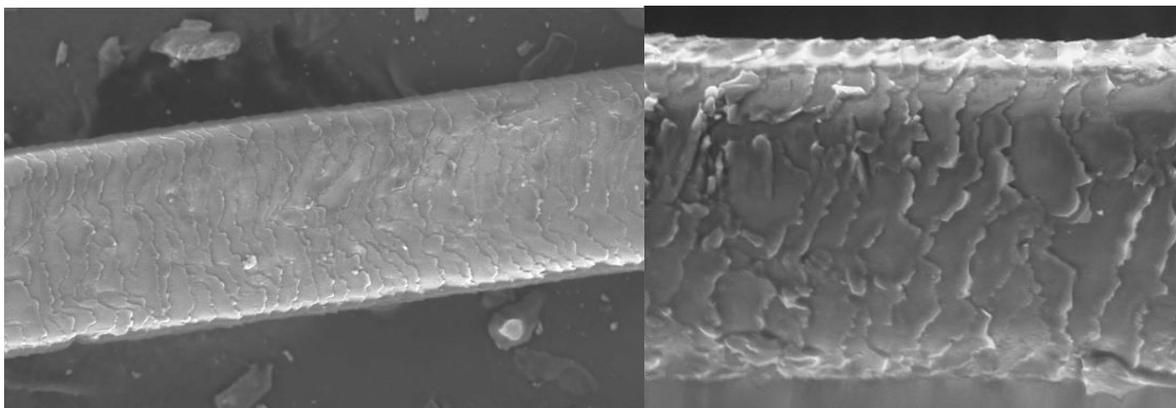


Fonte: Autoria própria (2023).

Nas imagens obtidas de G2 (somente alisado quimicamente), foi possível visualizar regiões de células cuticulares abertas e fragmentadas, podendo expor a região do córtex,

tornando a fibra mais frágil e suscetível a danos (Figura 16). A manutenção das características da cutícula tem grande importância, devido a serem facilmente perceptíveis para as pessoas por influenciarem diretamente na sensação de toque e brilho superficial. Assim, em comparação com as imagens de G1, foi observado condição de grande dano na cutícula, o que ocasionou a diminuição do brilho e sedosidade dos cabelos do Grupo 2.

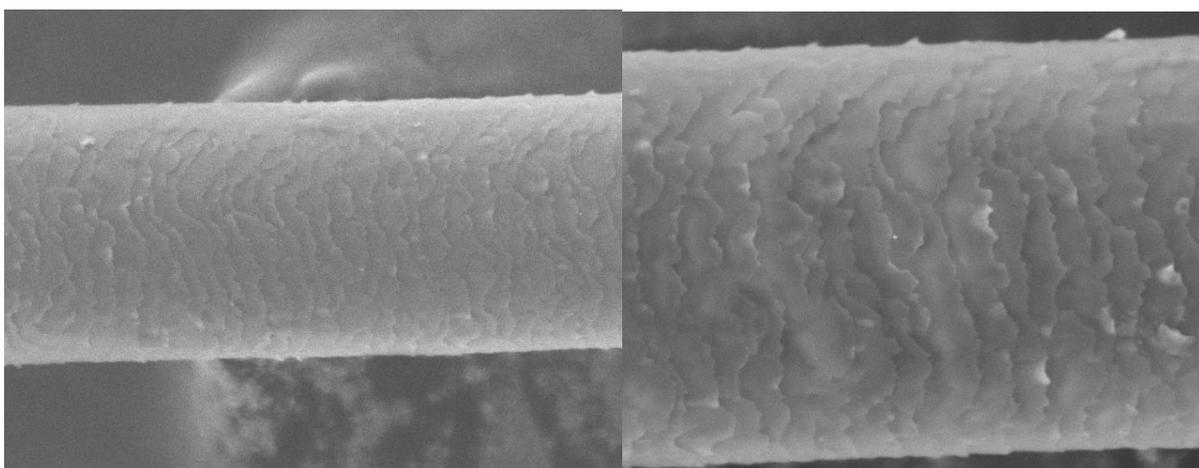
Figura 16 – Microscopia do fio de cabelo do grupo 2 em aumento de 400x (esquerda) e em aumento de 1200x (direita).



Fonte: A autoria própria (2023).

Em relação às imagens obtidas para o Grupo 3, foi observada uma proteção do fio analisado (Figura 17). Isso se deve ao material vegetal presente na emulsão capilar desenvolvida, em que a combinação de óleo de patauá e manteiga de murumuru desempenharam funções emolientes e possibilitaram uma recuperação da integridade da fibra capilar, assim como estudado por Goto (2011), no qual reitera as funções hidratantes de manteigas amazônicas para os cabelos, dando enfoque para a manteiga de murumuru.

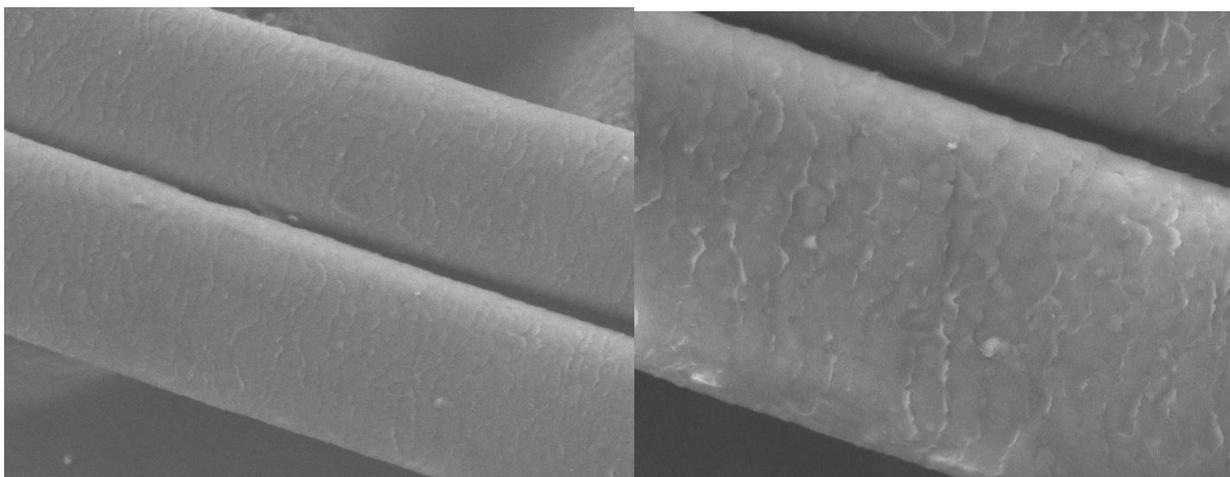
Figura 17 – Microscopia do fio de cabelo das mechas do grupo 3 em aumento de 400x (esquerda) e em aumento de 1200x (direita).



Fonte: A autoria própria (2023).

Para as imagens microscópicas obtidas do Grupo 4, também foi observada uma proteção da fibra capilar, porém mais expressiva, uma vez que as cutículas se apresentam mais preservadas, uniformes e em melhores condições quando comparada às imagens do Grupo 2 e 3. Devido ao alto teor em ácidos graxos insaturados, o óleo de patauá apresenta boas propriedades hidratantes através da formação de um filme lipídico sobre a superfície do fio, gerando características oclusivas como observada na Figura 18. Pode-se dizer que as imagens obtidas para esse grupo de mechas são semelhantes às obtidas para o cabelo virgem (G1).

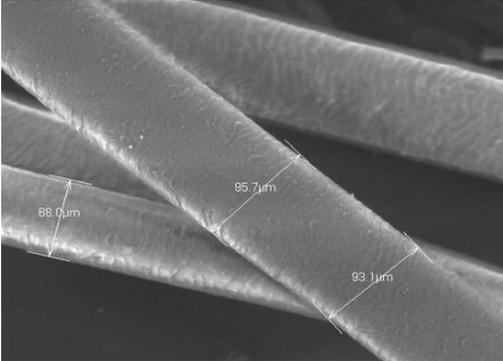
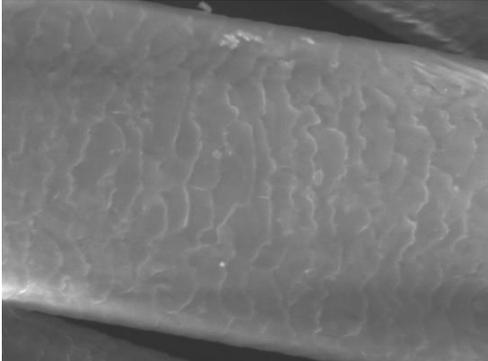
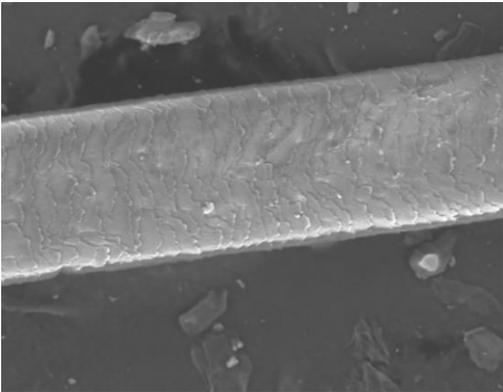
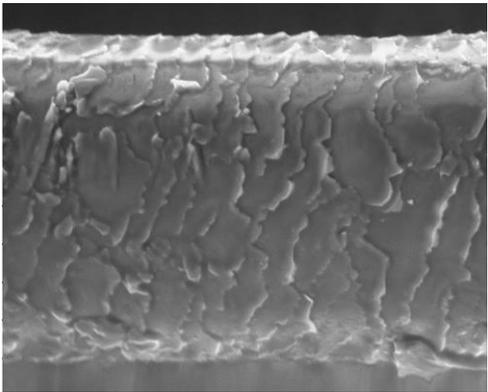
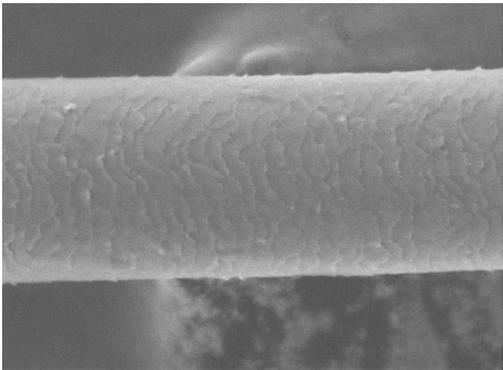
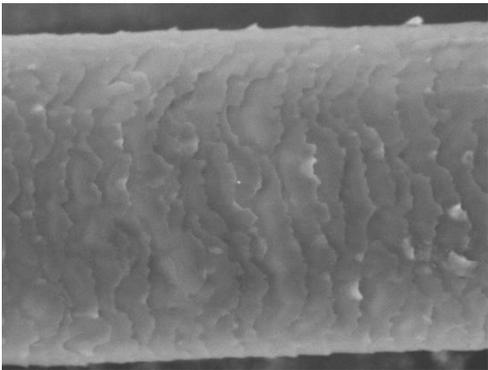
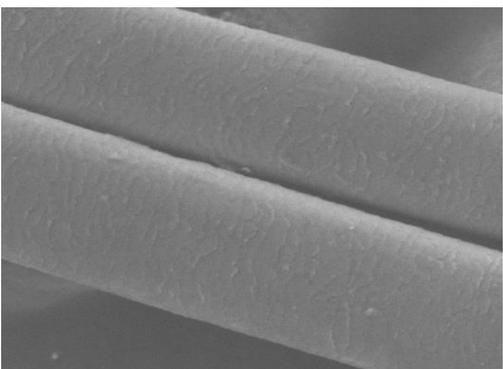
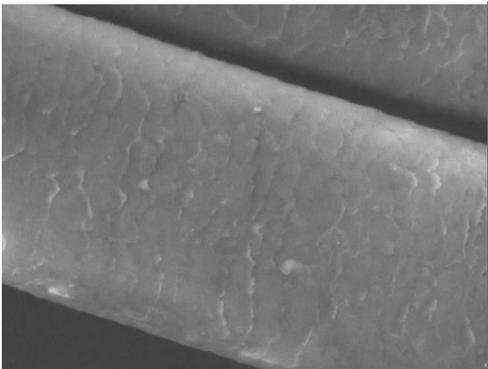
Figura 18 – Microscopia do fio de cabelo das mechas do grupo 4 em aumento de 400x (esquerda) e em aumento de 1200x (direita).



Fonte: Autoria própria (2023).

Para melhor visualização e comparação das imagens obtidas por MEV dos fios de cabelo, a Tabela 5 ilustra e descreve cada grupo de mechas de cabelo.

Tabela 5 – Comparativo das imagens obtidas por meio de MEV dos quatro grupos de mechas em diferentes aumentos: 400x e 1200x.

Grupos de mechas de cabelo e descrição	Imagens microscópicas em aumento de 400x	Imagens microscópicas em aumento de 1200x
<p>G1: Grupo de mechas de cabelo virgem castanho claro (Controle negativo)</p>		
<p>G2: Grupo de mechas de cabelo somente alisadas quimicamente a base de tioglicolato de amônio (Controle positivo)</p>		
<p>G3 Grupo de mechas de cabelo alisadas quimicamente e tratadas com a formulação P10M10B7</p>		
<p>G4: Grupo de mechas de cabelo alisadas quimicamente e tratadas com a formulação P10B7.</p>		

Fonte: Autoria própria (2023).

6 CONCLUSÃO

Nas condições experimentais deste estudo, os resultados obtidos nos permitiram concluir que:

As formulações obtidas na forma de máscara capilar contendo óleo de patauá e manteiga de murumuru foram consideradas estáveis nos testes de estabilidade preconizados pela ANVISA. Além disso, as formulações obtiveram bons parâmetros de análise de perfil de textura (dureza, consistência e trabalho de coesão), assim, indicando uma boa correlação com a análise sensorial de um produto. Assim, duas formulações foram selecionadas com base nos melhores resultados de estabilidade e melhor performance de textura para as etapas seguintes, para comprovação da eficácia em fios de cabelo.

Através dos tratamentos químicos das mechas de cabelo, utilizando produtos alisantes e posterior tratamento com as máscaras capilares escolhidas, obtiveram-se resultados comprobatórios da eficácia das formulações desenvolvidas. Os processos químicos alisantes modificaram a integridade da fibra capilar, dessa forma, a aplicação das formulações contendo matéria-prima vegetal mantiveram a resistência mecânica das fibras capilares frente a tração com resultados semelhantes aos obtidos para as mechas de cabelo virgem.

Além disso, a microscopia eletrônica de varredura foi uma ferramenta eficaz para a análise do nível de desgaste da fibra capilar, pois a partir das imagens do MEV constatou-se grande variação na estrutura superficial das amostras de cabelo tratadas e não tratadas, onde diversos danos estruturais foram evidenciados nessas análises. Portanto, observou-se uma grande melhora qualitativa com uso das máscaras capilares.

Por conseguinte, as formulações desenvolvidas tiveram importante efeito na reparação dos danos da fibra capilar ocasionados por procedimentos químicos alisantes, ou seja, foram consideradas adequadas à finalidade proposta, em especial a formulação P10B7, contendo 10 % de óleo de patauá e 7 % de tensoativo BTMS 25.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC. Portal oficial da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal Perfumaria e Cosméticos. **Anuário de 2019 ABIHPEC**. Disponível em: <https://abihpec.org.br/anuario-2019/mobile/index.html#p=74>. Acessado em: 01 de abril de 2023.

ABRAHAM, L.S.; MOREIRA, AM.; MOURA, L.M.; GAVAZZONI, M.F.R.; ADDOR, F.A.S. **Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica (parte 2)**. Disponível em: <http://fi-admin.bvsalud.org/document/view/vaft8>. Acessado em: 04 de maio de 2023.

ALMEIDA, D. S. **Caracterização de óleos vegetais através da radiação espalhada e análise multivariada**. 2015. 106f. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Nuclear COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos, v.1. 2004. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=108217&_101_type=document. Acessado em: 01 de abril de 2023.

ARAÚJO, L. A. **Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo óleos vegetais para a proteção e reparação capilar**. 2015. 90f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

ARAÚJO, V. F.; PETRY, A. C.; ECHEVERRIA, R. M.; FERNANDES, E. C.; PASTORE JUNIOR, F. **Plantas da Amazônia para produção cosmética: uma abordagem química: 60 espécies do extrativismo florestal não-madeireiro da Amazônia**. Brasília, -. 244, 2007.

BALICK, M. *Jessenia* and *Oenocarpus*: neotropical oil palms worthy of domestication. Food and agriculture organization of the United Nations – FAO. **Plants Production and Protection**. Rome, 2000.

BEDIN, V. Escova progressiva e alisamentos. **Cosmetic & Toiletries** (Edição em português) v. 20, n. 2, p. 36, 2008.

BEZERRA, V. S.; DAMASCENO, L. F. **Agropedia brasilis: Plantas para o Futuro – Região Norte**. Brasília, DF: Embrapa, cap. 5, p. 1125-1136, 2022.

BHUSHAN, B. Structural, nanomechanical, and nanotribological characterization of human hair and conditioner using atomic force microscopy and nanoindentation. **Ultramicroscopy Journal**, v. 105, p. 155-175, 2001.

BHUSHAN, B. Nanoscale characterization of human hair and hair conditioners. **Progress in Material Science**, v. 53, n. 4, p. 585-710, 2008.

- BHUSHAN, B.; CHEN, N. A. F. M. Studies of environmental effects on nanomechanical properties and cellular structure of human hair. **Ultramicroscopy, Amsterdam**, v.106, n.8-9, p.755-764, 2006.
- BIONDO, S.; DONATTI, B. Cabelo. **Cuidados Básicos, Técnicas de Corte, Coloração e Embelezamento**. Rio de Janeiro: Ed. Senac Nacional, p.128. 2004.
- BOLDUC, C.; SHAPIRO, J. Hair care products: waving, straightening, conditioning, and coloring. **Clinics in dermatology**, v. 19, n. 4, p. 431-436, 2001.
- CAMPOS, M.; EHRINGHAUS, C.; PEREIRA, N.; GUIMARÃES, A. A comparison of palm uses among indigenous and folk communities in southwestern Amazonia. **Economic Botany**. New York, v. 57, n. 3, p.324-344. 2003.
- CORRÊA, A. P. L.; BASTOS R. R. C.; FILHO, G. N. R.; ZAMIAN J. R.; CONCEIÇÃO, L. R. V. 2020. Preparation of sulfonated carbon-based catalysts from murumuru kernel shell and their performance in the esterification reaction. **RSC Advances**, v. 10, n. 34, p. 245–56. 2020.
- DARNET, A. H; SILVA, L. H. M; RODRIGUES, A. M. C; LINS, R. T. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.2, v.31, p. 488-491, 2011.
- DIAS, M. F. G. Hair cosmetics: an overview. **International journal of trichology**, v.7, n.1, p. 2-15, 2015.
- DIAS, T.C.; BABY, A.; KANEKO, T.M.; VELASCO, M.V. Relaxing/ straightening of Afro-ethnic hair: historical overview. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v.6. p. 2–5, 2007.
- FLOR, J.; MAZIN, M. R.; FERREIRA, L. A. Cosméticos Naturais, Orgânicos e Veganos. **Cosmetics & Toiletries**. v. 31, p. 30-36, 2019.
- FRANÇA, S. A. **Caracterização dos cabelos submetidos ao alisamento/ relaxamento e posterior tingimento**, 2014. 129 f. Dissertação (Mestrado em Fármacos e Medicamentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- GARCIA, M. L; DIAZ, J. Compatibility Measurements on Human Hair. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v. 27, n. 9, p. 379-398. 1976.
- GLEASON-ALLURED, J. Sustainable Amazonian Cosmetic and Fragrance Materials. **Natural Ingredients**, p.18–24, 2015.
- GODE, V.; BHALLA, N.; SHIRHATTI, V.; MHASKAB, S.; KAMATH, Y.; Quantitative measurement of the penetration of coconut oil into human hair using radiolabeled coconut oil. **Journal of Cosmetic Science**, v.63, p. 27-31, 2012.
- GOTO, P. L. Desenvolvimento de nanopartículas poliméricas por polimerização in situ a partir de nanoemulsões produzidas por inversão de fases. 2011. 109p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2011.

- GOMES, A.L. O uso da tecnologia cosmética no trabalho do profissional cabeleireiro. São Paulo: **Editora SENAC**, p.15-18, 1999.
- GOMES, K. R.; GABRIEL, M. **Cosmetologia: descomplicando os princípios ativos**. 2ª ed., Editora LMP, São Paulo, 2006.
- GOMES-SILVA, D.A.P. Pataua. In: SHANLEY, P; MEDINA, G. Frutíferas e Plantas úteis na vida Amazônica. Belém: **CIFOR**, Imazon, p. 197-202, 2005.
- GRELMANN, M. E.; STAMM, L. N.; FRIEDICH, B. M.; MEDEIROS, M. D.; TONET, M. G.; COSTA, R. A. O formol como uma abordagem de crítica nos procedimentos de alisamento. **Jornada de Pesquisa e Extensão**. ULBRA Santa Maria, 2009.
- HALAL, John. **Tricologia e a química cosmética capilar** (tradução da quinta edição norte americana). São Paulo, p. 56-71, 2011
- HUYNH, A.; GARCIA, A. G.; YOUNG, L. K.; SZOBOSZLAI, M.; LIBERATORE, M. W.; BAKI, G. Measurements meet perceptions: rheology-texture-sensory relations when using green, bio-derived emollients in cosmetic emulsions. *International Journal of Cosmetic Science*, v.43, p. 11-19, 2020.
- JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Plantas oleaginosas do Estado do Pará: composição florística e usos medicinais. *Revista Brasileira de Farmácia*, v. 87, n. 4, p. 124-127, 2006.
- JENKINS, D.G.; QUINTANA-ASCENCIO, P.F. A solution to minimum sample size for regressions. **PLoS One**, v.15, 2020.
- JONES, D.S.; WOOLFSON, A.D.; DJOKIC, J.; COULTER, W.A. Development and mechanical characterisation of bioadhesive semi-solid polymeric systems containing tetracycline for the treatment of periodontal diseases. **Pharm. Res.**, n. 13, p. 1732-1736, 1996.
- JONES, D. S.; WOOLFSON, A. D.; BROWN, A. F. Textural, viscoelastic and mucoadhesive properties of pharmaceutical gels composed of cellulose polymers. **International journal of pharmaceuticals**, v. 151, n. 2, p. 223-233, 1997.
- JONES, D. S.; LAWLOR, M. S.; WOOLFSON, A.D. Examination of the flow rheological and textural properties of polymers gels composed of poly(methylvinylether-co-maleic-anhydride) and poly(vinylpyrrolidone): rheological and mathematical interpretation of textural parameters. **Journal of Pharmacy Science**. v. 91, n. 9, p. 2090-2101, 2002.
- KEIS, K; HUEMMER, C. L; KAMATH, Y. K. Effect of oil filmes on moisture vapor absorption on human hair. **Journal of cosmetic Science**, v. 58, n. 2, p. 135-145, 2007.
- KUZUHARA, A. Analysis of estructural change in keratin fibers form using 2-iminothiorane hydrochloride. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 90, n. 13, p. 3646-3651, 2003.
- LEONARD, G. R. *Cosmetologia Aplicada*. 2. Ed. São Paulo: Livraria e Editora Santa Isabel Ltda, 2008.

LIMA, R. P.; LUZ, P. T. S.; BRAGA, M.; BATISTA, P. R. S.; COSTA, C. E. F.; ZAMIAN, J. R.; ROCHA FILHO G. N. Murumuru (*Astrocaryum murumuru Mart.*) butter and oils of buriti (*Mauritia flexuosa Mart.*) and pracaxi (*Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuntze*) can be used for biodiesel production: Physico-chemical properties and thermal and kinetic studies. **Industrial Crops and Products**, n. 97, p. 536–44. 2017.

LUPI, F.R.; DE SANTO, M.P.; CIUCHI, F.; BALDINO, N.; GABRIELE, D. The role of edible oils in low molecular weight organogels rheology and structure. **Food Res. Int.**, v. 111, p. 399–407, 2018.

MARRONATO, A.; ALMEIDA, T. S.; MOTA, J. P.; OLIVEIRA, C. A.; ROSADO, C.; VELASCO, M. V. R. Comparison of sunscreens containing titanium dioxide alone or in association with cocoa, Murumuru or Cupuacu Butters. **Journal Biomedical and Biopharmaceutical Research**, n 2, v. 13, p. 229–44. 2016.

MERTENS TALCOTT, S. U; RIOS, J; JILMA-STOHLAWETZ, J; PACHECO-PALENCIA, L.A; MEIBOHM, B; TALCOTT, A. T; DERENDORF, H. Pharmacokinetics of anthocyanins and antioxidant effects after the consumption of anthocyanin-rich acai juice and pulp (*Euterpe oleracea Mart.*) in human healthy volunteers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 17, p. 7796-7802, 2008.

MILLER, C. Fruit production of the Ungurahua Palm (*Oenocarpus bataua subsp. Bataua, Arecaceae*) in an Indigenous Managed Reserve. **Economic Botany**, v. 56, n. 2, p. 165-176, 2002.

MIRANDA-VILELA. A. L.; BOTELHO, A. J.; MUEHLMANN, L. A. An overview of chemical straightening of human hair: technical aspects, potential risks to hair fibre and health and legal issues. **Internacional Journal of Cosmetic Science**, 2014.

MONTUFAR, R.; LAFFARGUE, A.; PINTAUD, J. C.; HAMON, S.; AVALLONE, S.; DUSSERT, S. P. *Oenocarpus bataua Mart. (Arecaceae)*: Rediscovering a source of high oleic vegetable oil from amazonia. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, n. 2, v. 87, p. 167-172, 2010.

MORAES, A. L. S.; MARTINS, D. A.; ANDRADE, L. M.; FERNANDES PEREIRA, R. S. **Cosmetologia**: origem, evolução e tendências. 2019.

MSIKA, P.; PICCIRELLI, A. Cosmetic composition containing an oil extracted for murumuru seeds. EP 1461060A2. 2004.

OLIVEIRA, V. G. Cabelos: uma Contextualização no Ensino de Química. **Cosmetic & Toiletries** (Edição em português), 2013.

OLIVEIRA, M. S. P.; OLIVEIRA, N. P.; NOGUEIRA DOMINGUES, A. F. **Agropedia brasilis**: Plantas para o Futuro – Região Norte. Brasília, DF: Embrapa, cap. 5, p. 379-303, 2018.

PENSÉ-LHÉRITIER, A.M. Recent developments in the sensorial assessment of cosmetic products: a review. **Int. J. Cosmet. Sci.** v. 37, p. 465–47, 2015.

PESCE, C. Oleaginosas da Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudo Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009.

POZEBON, D; DRESSLER, V. L; CURTIUS, A. J. Análise de cabelo: uma revisão dos procedimentos para a detecção de elementos traço e aplicações. **Química Nova**, v.22, n. 6, p. 838-846, 1999.

REICH, C. et al. Hair Conditioners. In: BAREL, A. O.; PAYE, M.; MAIBACH, H. I. **Handbook of Cosmetic Science and Technology**. 3º. Ed. Nova York: Informa Healthcare USA, Inc., 2009.

RELE, S. A.; MOHILE, R.B., Effect of mineral oil, sunfloweroil, and coconut oil on prevention of hair damage. **Journal of Cosmetic Science**, v.54, p.175-192, 2003.

ROBBINS, C. R.; CRAWFORD R.J. Cuticle Damage and the tensile properties of human hair. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v.42, p.59-60. 1991.

ROBBINS, C. R. Chemical and Physical Behaviour of Human Hair. 5ª Ed. Springer, 2012.

RODRIGUES, A. M. C.; DARNET, S.; SILVA, L. H. M. Fatty acid profiles and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*), patawa (*Oenocarpus bataua*), tucuma (*Astrocaryum vulgare*), mari (*Poraqueiba paraensis*) and inaja (*Maximiliana maripa*) fruits. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, n. 10, v. 21, p.653, 2010.

SÁ DIAS, T. C. **Avaliação in vitro do efeito de diferentes processos de alisamento químico/ térmico na fibra capilar**. 2015. Tese (Doutorado em Produção e Controle Farmacêutico). Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Acesso em: 01 abril 2023.

SCOTTI, L.; VELASCO, M.V.R. Envelhecimento Cutâneo à Luz da Cosmetologia. São Paulo: **Tecnopress**, 2003.

SILVA, E. P. O.; CASTRO, L. H.; BIAGGIO, R. M.; BELTRAME JUNIOR, M. Estudo das características físico-químicas e classificação de fito-ingredientes na espécie *Astrocaryum murumuru* (Murumuru). VIII. Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação, 2014, Paraíba. Anais. Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba, 2014.

SIVIERO, A.; MING, L. C.; SILVEIRA, M.; DALY, D. C.; WALLACE, R. H. **Etnobotânica e botânica econômica do Acre** [ebook]. Rio Branco, AC: EDUFAC, 2016.

TAI, A.; BIANCHINI, R.; JACHOWICZ, J. Texture analysis of cosmetic/pharmaceutical raw materials and formulations. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 36, p. 291-304. 2014.

VAN DE GRAAFF, K.M. Anatomia Humana. 6ª ed. São Paulo: Manole, 2003.

VELASCO, M. V. R.; SÁ-DIAS, T.C.; FREITAS, A. Z.; VIEIRA-JÚNIOR, N. D.; OLIVEIRA PINTO, C. A. S.; KANEKO, T. M.; BABY, A. R. Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair physical and mechanical properties. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. V. 45, n. 1, p. 153-162, 2009.

VIEIRA, G. S.; LAVARDE, M.; FRÉVILLE, V.; ROCHA-FILHO, P. A.; PENSÉ-LHÉRITIER. Combining sensory and texturometer parameters to characterize different type of cosmetic ingredients. **International Journal of Cosmetic Science**, n. 42, p. 156-166, 2020

WAGNER, R. C. C.; KIYOHARA, P. K.; SILVEIRA, M.; JOEKES, I. Electron microscopic observations of human hair medulla. **Journal of Microscopy**, v. 226, n. 1, p. 54-63, 2007.

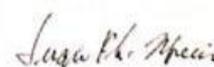
WOLFRAM, L.J. Hair Cosmetics. In: BAREL, A.O.; PAYE, M.; MAIBACH, H.I. **Handbook of Cosmetic Science and Technology**. New York: Marcel Dekker, 2001. p.599-602, 2001.

WOLFRAM, L.J. Human hair: a unique physicochemical composite. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v.48, n. 6 Suppl, p. 106-114, jun. 2003.

CERTIFICADO DE ANÁLISE (CDA)
OLEO VIRGEM DE PATAUA

Nome científico: <i>Oenocarpus bataua</i>	Código do produto: 031
Origem da matéria prima: Floresta Amazônica / Brasil	Número do lote: AMO 031 – 001/01 2022
Parte utilizada da planta: polpa da fruta	Data de fabricação: 11/01/2022
Processo produtivo: prensado a frio	Número de análise: 004/01 2022
Conservantes: ausente	Validade: 18 meses
Extração com solvente: ausente	Rastreabilidade: garantida
Origem das espécies vegetais: extrativista	

ITEM	UNIDADE	ESPECIFICAÇÕES	METODO	RESULTADOS
COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA				
Aparência (25° C)	----	Líquido	Organoléptico	De acordo
Cor	----	Esverdeado	Organoléptico	De acordo
Odor	----	característico	Organoléptico	De acordo
Índice de acidez	% peso	< 20	AOCS CD3D-63	5,08
Índice de peróxido	meq O ₂ /kg	< 15	AOCS CD8 – 53	7,76
Índice de iodo	gI ₂ /100g	60 – 83	AOCS TG2A – 64	70
Índice de saponificação	mgKOH/g	190 - 210	AOCS CD3 – 25	201,18
Densidade (25°C)	g/ml	0,905 – 0,918	AOCS 10C - 95	0,906
Matéria insaponificável	%	< 1,3	AOCS CA 6A – 40	De acordo
Ponto de fusão	°C	16	AOCS CJ 1 -94	De acordo
MICROBIOLOGIA				
Bactérias totais	Ufc/ml	<10 ³	NF ISO 4833	Ausente
Fungos e leveduras	Ufc/ml	<2.10 ²	NF V 08-036	Ausente
RESULTADOS: (X) APROVADO () REPROVADO				



SÉRGIO FERNANDO LOBATO MOREIRA
 Eng. Químico Perito/ Gestor e Avaliador
 CREA 12035 D/PA CRQ 06300056 IV REG

CERTIFICADO DE ANÁLISE (CDA)
MANTEIGA DESODORIZADA DE MURU-MURU

Nome científico: <i>Astrocaryum murumuru</i>	Código do produto: 248
Origem da matéria prima: Floresta Amazônica / Brasil	Número do lote: AMO 248- 002/01 2022
Parte utilizada da planta: amêndoa	Data de fabricação: 27/01/2022
Processo produtivo: prensado a frio e filtrado com carvão	Número de análise: 086/022022
Conservantes: ausente	Validade: 24 meses
Extração com solvente: ausente	Rastreabilidade: garantida
Origem das espécies vegetais: extrativista	

ITEM	UNIDADE	ESPECIFICAÇÕES	METODO	RESULTADOS
COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA				
Aparência (25° C)	----	Sólido	Visual	De acordo
Cor	----	Branco ao bege	AOCS 1a 64 - 82	De acordo
Odor	----	Caraterístico	Organoléptica	De acordo
Índice acidez	mg KOH/g	< 20	AOCS CD3D-63	5,54
Índice de peróxido	meq O ₂ /kg	< 15	AOCS CD8 - 53	0,98
Índice de iodo	gI ₂ /100g	10- 15	AOCS TG2A - 64	10
Índice de Saponificação	mg KOH/g	230 - 240	AOCS CD3 - 25	230
Densidade (25°C)	g/mL	0,910 - 0,949	AOCS 10C-95	0,911
Material Insaponificável	%	3-4	AOCS CA 6A - 40	De acordo
Ponto de fusão	°C	30 - 35	AOCS CC1 - 25	De acordo
MICROBIOLOGIA				
Bactérias totais	ufc/mL	<10 ³	NF ISO 4833	Ausente
Fungos e leveduras	ufc/mL	<2.10 ²	NF V 08-036	Ausente
RESULTADOS: (X) APROVADO () REPROVADO				



SÉRGIO FERNANDO LOBATO MOREIRA
 Eng. Químico Perito/ Gestor e Avaliador
 CREA 12035 D/PA CRQ 06300056 IV REG

SEGURANÇA DE SAÚDE: produto inofensivo, exclusivamente para uso cosmético, não é adequado para consumo humano



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNIFAP
REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL (RIUNIFAP)

DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Autor(a)*: Brenda Freire dos Santos

Afiliação do(a) autor(a): Discente de graduação - UNIFAP

Instituição de vínculo empregatício do(a) autor(a)

CPF: 011.473.322-82 Matrícula: 2017006649

Telefone: (96) 98125-3324 E-mail: sfreire.brenda@gmail.com

Curso/Departamento: Curso de Farmácia / DCBS

Orientador(a): Dr. Hugo Alexandre Silva Farache

Coorientador(a): Dra. Mayara Tânia Pinheiro Gomes

Título/Subtítulo: Desenvolvimento de máscara capilar contendo óleo fixo de batata (Dioscorea batata) e manteiga de murumuru (Astrocaryum murumuru) para reparação de cabelos pós-química.

Se Tese ou Dissertação informar Programa de Pós-Graduação: _____

Data da Defesa: 13 / 04 / 2023

Tipo do documento: TCC ¹ () TCCE ² () Dissertação () Tese () Artigo Científico () Livro
() Capítulo de livro () Trabalho apresentado em evento () Outro: _____

Declaro que, para os devidos fins, o presente trabalho é de minha autoria e que estou ciente:

- Dos Artigos 297 a 299 do Código Penal, Decreto-Lei n. 2.848 de 7 de dezembro de 1940;
- Da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os Direitos Autorais;
- Do Regimento Interno da Universidade Federal do Amapá;
- Da lei 12.527 de novembro de 2011, que trata da Lei de Acesso à Informação;
- Da utilização da licença pública internacional *Creative Commons 4.0*;
- Que plágio consiste na reprodução de obra alheia e submissão da mesma como trabalho próprio ou na inclusão, em trabalho próprio, de ideias, textos, tabelas ou ilustrações transcritas de obras de terceiros sem a devida e correta citação referencial.

Macapá, 05 de maio de 2023

Local e Data

Brenda Freire dos Santos

Assinatura do(a) autor(a)

¹ Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
² Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização
* Para cada autor, uma autorização preenchida e assinada