

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**THAINÁ LOPES SOARES**

**ESTUDO DE ESTABILIDADE DE MÁSCARA CAPILAR COM *Arthrospira*  
*platensis***

**PONTA GROSSA**

**2022**

**THAINÁ LOPES SOARES**

**ESTUDO DE ESTABILIDADE DE MÁSCARA CAPILAR COM *Arthrospira platensis***

**Stability study of hair mask with *Arthrospira platensis***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, do Departamento Acadêmico de Engenharia Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dra. Maria Carolina de Oliveira Ribeiro

**PONTA GROSSA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**THAINÁ LOPES SOARES**

**ESTUDO DE ESTABILIDADE DE MÁSCARA CAPILAR COM *Arthrospira platensis***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, do Departamento Acadêmico de Engenharia Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 16/novembro/2022

---

Maria Carolina de Oliveira Ribeiro  
Doutorado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Alessandra Cristine Novak Sydney  
Doutorado em Processos Biotecnológicos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Simone Bowles  
Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PONTA GROSSA**

**2022**

Dedico este trabalho à minha família, por todo  
suporte dado durante essa trajetória.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me fortalecido com fé e saúde para que chegasse até esse momento.

Agradeço a minha família, que me deram todo o suporte emocional e financeiro, e me encorajaram, depositando confiança nos meus estudos. Agradeço em especial, a minha mãe, Cristiani, e a minha madrinha, Elizangela, que além de tudo citado, acompanharam de perto meu desenvolvimento, sendo presentes mesmo quando havia distância física.

Agradeço a minha orientadora, Prof.(a) Dr.(a) Maria Carolina de Oliveira Ribeiro, por todo o conhecimento compartilhado e a orientação realizada com excelência para que este trabalho fosse possível e concluído. Agradeço também os professores que de alguma forma, direta ou indireta, auxiliaram com suas ideias e conhecimentos.

Por último, mas tão importante quanto todos, agradeço aos meus amigos que foram essenciais para que essa trajetória fosse realizada de uma forma mais leve e tranquila, auxiliando, apoiando e incentivando em meio a dúvidas, dificuldades e incertezas, ansiando juntos pelos nossos momentos de conquistas.

E mesmo que falem nas citações, agradeço a todos que torceram por mim e que contribuíram de alguma forma para que a realização deste trabalho fosse possível.

Enfim, a conclusão desta trajetória foi possível pelo apoio de todos. Muito obrigada.

A arte de desenvolver uma formulação  
cosmética não está só na  
combinação dos ingredientes e em sua  
performance, mas também no  
conhecimento técnico e, principalmente,  
no conhecimento dos requisitos específicos.  
(FERNANDES; AMIRALIAN, 2018).

## RESUMO

Com o significativo crescimento do setor cosmético e o seu alto impacto econômico, o interesse no desenvolvimento de inovações em produtos cosméticos está em constante expansão. Somando isso a busca por uma melhor qualidade de vida, um meio ambiente sustentável, e a preocupação com os riscos dos compostos químicos presentes nos produtos, surge também o crescente interesse dos consumidores por cosméticos com ingredientes naturais. Nesse contexto, as microalgas são destaque no setor. Com isso, *Arthrospira platensis* tem se tornado um ingrediente bioativo promissor nas formulações cosméticas, devido sua rica composição, com alto potencial antioxidante, possibilitando a garantia de um produto seguro e eficaz. Considerando a relevante importância dos cuidados com o cabelo no bem-estar e autoestima, o expressivo consumo de cosméticos capilares, e tendo a ciência da atuação expressiva dessas microalgas na estrutura capilar, este projeto propôs o estudo de estabilidade preliminar de uma máscara capilar desenvolvida com a biomassa seca da microalga *A. platensis*, a fim de obter dados científicos relevantes quanto a utilização da microalga como um ingrediente ativo de origem biotecnológica para cosméticos capilares. Sendo assim, três formulações foram solicitadas a uma farmácia de manipulação, um protótipo padrão (PP) sem a biomassa seca de *A. platensis*, o protótipo teste 1 (PT1) com 1% da biomassa seca e o protótipo teste 1,5 (PT1,5) com 1,5% da microalga. Após isso, as amostras foram expostas a condições de variação de temperatura, de 45°C e 5°C, e de exposição à radiação luminosa, sendo direta e indireta, além de ciclos de congelamento e descongelamento, à 45°C e -5°C, para que pudessem ser avaliados por meio de ensaios organolépticas, analisando aspecto, cor e odor, e ensaios físico-químicos, como pH e viscosidade. O tempo do estudo teve duração de 14 dias, sendo analisados nos dias 1, 3, 7 e 14. Observando e comparando os resultados finais, verificou-se que todas as características foram alteradas, mas as condições que mais influenciaram nas amostras foram a de temperatura a 45°C e a exposição à luz direta. As características mais afetadas foram a cor, que apresentou degradação ao longo do tempo, e o pH, que resultou em valores acima da faixa de especificação. Comparando os protótipos teste entre si, conclui-se que PT1 apresentou resultados finais mais aceitáveis. Com isso, propõem-se que novas formulas devem ser testadas realizando ajuste de pH e que as amostras necessitam de armazenamento em embalagem opaca e em ambiente fresco.

**Palavras-chave:** *Arthrospira platensis*; cosméticos capilares; máscara capilar; estudo de estabilidade.

## ABSTRACT

With the significant growth of the cosmetic sector and its high economic impact, interest in the development of innovations in cosmetic products is constantly expanding. Adding this to the search for a better quality of life, a sustainable environment, and the concern with warning of the risks of chemical compounds present in products, there is also the growing interest of consumers in cosmetics with natural ingredients. In this context, microalgae are highlighted in the sector. As a result, *Arthrospira platensis* has become a promising bioactive ingredient in cosmetic formulations, due to its rich composition, with high antioxidant potential, ensuring a safe and effective product. Considering the relevant importance of hair care in well-being and self-esteem, the expressive consumption of hair cosmetics, and the science of the expressive performance of these microalgae in the hair structure, this project proposed the preliminary stability study of a hair mask developed with the dry biomass of the microalgae *A. platensis*, to obtain relevant scientific data regarding the use of the microalgae as an active ingredient of biotechnological origin for hair cosmetics. Thus, three formulations were requested from a compounding pharmacy, a standard prototype (PP) without the dry biomass of *A. platensis*, prototype test 1 (PT1) with 1% of the dry biomass, and prototype test 1,5 (PT1,5) with 1.5% of the microalgae. After that, the samples were exposed to temperature variation conditions, of 45°C and 5°C, and exposure to direct and indirect light radiation, in addition to freezing and thawing cycles, at 45°C and -5°C, so that they could be evaluated. through organoleptic tests, analyzing appearance, color, and odor, and physical-chemical tests, such as pH and viscosity. The study period lasted 14 days, being analyzed on days 1, 3, 7, and 14. Observing and comparing the final results, it was verified that all the characteristics were altered, but the conditions that most influenced the samples were the temperature at 45°C and exposure to direct light. The most affected characteristics were color, which showed degradation over time, and pH, which resulted in values above the specification range. Comparing the test prototypes with each other, it is concluded that PT1 presented more acceptable final results. With this, it is proposed that new formulas should be tested by adjusting the pH and that the samples need to be stored in opaque packaging and a cool environment.

**Keywords:** *Arthrospira platensis*; hair cosmetics; hair mask; stability study.

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 – Resultados do pH com a variação de condição para o protótipo padrão na Estabilidade Preliminar.....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 2 – Resultados do pH com a variação de condição para o protótipo teste 1 na Estabilidade Preliminar.....</b>	<b>41</b>
<b>Gráfico 3 – Resultados do pH com a variação de condição para o protótipo teste 1,5 na Estabilidade Preliminar.....</b>	<b>42</b>
<b>Gráfico 4 – Resultados da Viscosidade com a variação de condição para o protótipo padrão na Estabilidade Preliminar.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 5 – Resultados da Viscosidade com a variação de condição para o protótipo teste 1 na Estabilidade Preliminar.....</b>	<b>44</b>
<b>Gráfico 6 – Resultados da Viscosidade com a variação de condição para o protótipo teste 1,5 na Estabilidade Preliminar.....</b>	<b>44</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Fotografia 1 – Amostras do PP, PT1 e PT1,5, respectivamente.....</b>	<b>33</b>
<b>Fotografia 2 – Protótipos após a centrifugação.....</b>	<b>34</b>

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Composição típica de produtos condicionadores.....	21
Quadro 2 – Composição da formulação padrão da máscara capilar.....	28
Quadro 3 – Resultados de Aspecto do Protótipo Padrão na Estabilidade Preliminar.....	34
Quadro 4 – Resultados de Aspecto do Protótipo Teste 1 na Estabilidade Preliminar.....	35
Quadro 5 – Resultados de Aspecto do Protótipo Teste 1,5 na Estabilidade Preliminar.....	35
Quadro 6 – Resultados de Cor do Protótipo Padrão na Estabilidade Preliminar.....	36
Quadro 7 – Resultados de Cor do Protótipo Teste 1 na Estabilidade Preliminar.....	36
Quadro 8 – Resultados de Cor do Protótipo Teste 1,5 na Estabilidade Preliminar.....	36
Quadro 9 – Imagens de Cor de PP, PT1 e PT1,5, respectivamente na Estabilidade Preliminar.....	37
Quadro 10 – Resultados de Odor do Protótipo Padrão na Estabilidade Preliminar.....	38
Quadro 11 – Resultados de Odor do Protótipo Teste 1 na Estabilidade Preliminar.....	38
Quadro 12 – Resultados de Odor do Protótipo Teste 1,5 na Estabilidade Preliminar.....	39
Quadro 13 – Resultados organolépticos dos protótipos durante os Ciclos de Congelamento/Descongelamento.....	39
Quadro 14 – Imagens de Cor de PP, PT1 e PT1,5, respectivamente nos Ciclos de Congelamento/Descongelamento.....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados dos principais macronutrientes e micronutrientes da <i>A. platensis</i> .....	22
Tabela 2 – Resultados físico-químicos dos protótipos durante os Ciclos de Congelamento/Descongelamento.....	45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>17</b>
1.1.1 Objetivo Geral .....	17
1.1.2 Objetivos Específicos .....	17
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1 Cosméticos</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2 Cosméticos capilares</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3 <i>Arthrospira platensis</i></b> .....	<b>22</b>
<b>2.4 <i>Arthrospira platensis</i> em cosméticos</b> .....	<b>24</b>
<b>2.5 Estudo de estabilidade</b> .....	<b>25</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1 Protótipos da máscara capilar</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2 Estudo de estabilidade</b> .....	<b>29</b>
3.2.1 Teste de centrifugação .....	29
3.2.2 Estabilidade preliminar .....	30
<u>3.2.2.1 Ciclos de congelamento e descongelamento</u> .....	<u>30</u>
3.2.3 Ensaio organolépticos .....	31
<u>3.2.3.1 Análise de aspecto</u> .....	<u>31</u>
<u>3.2.3.2 Análise de cor</u> .....	<u>31</u>
<u>3.2.3.3 Análise de odor</u> .....	<u>31</u>
3.2.4 Ensaio físico-químicos .....	32
<u>3.2.4.1 Determinação de pH</u> .....	<u>32</u>
<u>3.2.4.2 Determinação de viscosidade</u> .....	<u>32</u>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1 Protótipos da máscara capilar</b> .....	<b>33</b>
<b>4.2 Teste de centrifugação</b> .....	<b>33</b>

<b>4.3 Estabilidade preliminar</b> .....	<b>34</b>
4.3.1 Ensaio organoléptico .....	34
<u>4.3.1.1 Análise de aspecto</u> .....	<u>34</u>
<u>4.3.1.2 Análise de cor</u> .....	<u>36</u>
<u>4.3.1.3 Análise de odor</u> .....	<u>38</u>
<u>4.3.1.4 Análise organoléptica dos ciclos de congelamento e descongelamento</u> .....	<u>39</u>
4.3.2 Ensaio físico-químico .....	40
<u>4.3.2.1 Determinação de pH</u> .....	<u>41</u>
<u>4.3.2.2 Determinação de viscosidade</u> .....	<u>43</u>
<u>4.3.2.3 Análises físico-químicas dos ciclos de congelamento e descongelamento</u> .....	<u>45</u>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>
<b>Apêndice A - Imagens dos protótipos durante o estudo de estabilidade</b> .....	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de produtos cosméticos sempre esteve presente na sociedade e está relacionado à aparência estética e também à saúde pessoal de cada indivíduo que busca o equilíbrio entre beleza e saúde. O setor de cosméticos vem crescendo significativamente, principalmente no Brasil. De acordo com o panorama do setor de Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos realizado pela Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), em novembro de 2022, o Brasil é o quarto país com maior mercado consumidor do mundo, estando em segundo lugar no ranking global de países que mais lançam produtos anualmente. E segundo dados de 2021, o Brasil está em quarto colocado como consumidor mundial de produtos para cuidados com o cabelo (ABIHPEC, 2022). Sendo assim, é cada vez maior o interesse de desenvolvimento desse setor.

Os cuidados com o cabelo são um dos principais motivadores de bem-estar e autoestima nas pessoas, é sobre a importância de boa apresentação na primeira impressão visual. Com o passar dos anos, esses cuidados foram além da busca inicial por apenas a limpeza dos cabelos, se tornou sobre adquirir brilho, hidratação, crescimento, mudanças na estrutura capilar e na coloração, visando corrigir danos e garantir a aparência desejada.

Assim, buscando atender essa necessidade e preocupação dos consumidores, surgem diversos produtos capilares unidos a procedimentos que podem favorecer os consumidores, mas que também podem causar danos, aumentando assim a atenção ao que é consumido. Entre os produtos de destaque promissor para cuidados com o cabelo estão as máscaras capilares, que a fim de garantir a qualidade da estrutura capilar, atendem requisitos de hidratação, revitalização e nutrição capilar.

Junto a essa busca, surge também o interesse dos consumidores por produtos naturais decorrente de alertas da mídia sobre o risco dos cosméticos de compostos químicos perigosos, tanto ao meio ambiente quanto ao consumidor, que mesmo que às vezes não sejam considerados danos tão sérios à saúde, mas que considerando a longo prazo podem não ser seguros. Visto que há evidências científicas de efeitos adversos causados por cosméticos convencionais, muitos consumidores estão buscando produtos com ingredientes naturais, aumentando a demanda dos cosméticos com esse tipo de formulação.

Decorrente desses fatores, surge o desafio de encontrar o equilíbrio entre a utilização de produtos naturais e os componentes sintéticos já aplicados nos produtos cosméticos. A ABIHPEC (2022), tem discutido sobre a importância da biotecnologia aplicada no setor, por poder possibilitar uma alta viabilidade financeira e industrial devido seus métodos utilizados e a amplitude de finalidades. Um dos exemplos citados relacionados a este tema foi a utilização de microrganismos para produção de insumos.

Atualmente, a inovação no setor cosmético busca novas matérias-primas e aditivos que melhorem a qualidade de vida e sejam ambientalmente sustentáveis, sendo substâncias bioativas derivadas de produtos naturais uma meta prioritária. O interesse decorre devido a muitos produtos naturais possuírem altas concentrações de propriedades antioxidantes e baixa toxicidade para aplicações cosméticas.

Entre os insumos naturais relevantes que vem ganhando destaque na indústria cosmética estão as microalgas, que possuem uma composição valiosa de grande potencial de aplicação como compostos bioativos, principalmente pela sua atividade antioxidante. Essa composição em cosméticos pode ser segura aos consumidores e ao meio ambiente, tornando a microalga grande fonte de estudos, aplicações e inovações.

Sendo assim, a microalga que tem se tornado destaque é a cianobactéria *Arthrospira platensis*, conhecida também por *Spirulina platensis*. Caracterizada por alto teor proteico e de pigmentos, com significativa capacidade antioxidante e substâncias bioativas, e com cadeia produtiva verde e sustentável. Assim, tornou-se foco de atenção para pesquisas e aplicações biotecnológicas, com destaque ao setor de desenvolvimento de cosméticos. Apresenta a possibilidade de ser componente de formulações cosméticas, principalmente faciais, corporais e capilares, como ingrediente bioativo de grande potencial para produção de cosméticos mais seguros e eficazes.

Então, após mapeadas informações sobre a demanda da indústria cosmética e a necessidade de atendimento dos seus consumidores, propõe-se realizar a incorporação da biomassa em pó da microalga *Arthrospira platensis* em uma formulação cosmética de uso capilar e a realização do estudo de estabilidade do produto cosmético. Com isso, pode-se averiguar a estabilidade da ideia proposta e a possibilidade efetiva de utilização em cosméticos capilares, para que seja avaliado a

viabilidade de desenvolver uma máscara capilar composta pelo bioativo com um possível maior poder de hidratação, antioxidação e de revitalização.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Avaliar a estabilidade preliminar de máscara capilar adicionada de biomassa em pó de *Arthrospira platensis*.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Realizar o estudo de estabilidade da formulação cosmética proposta, por meio do teste de estabilidade preliminar.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Cosméticos**

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 07, de 10 de fevereiro de 2015 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que dispõe sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, tendo a definição de cosméticos como preparações compostas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, com o objetivo de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência, conferir proteção e manter em bom estado (BRASIL, 2015).

A ANVISA também classifica os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes em dois tipos de grau, com critérios de acordo com a probabilidade de ocorrer efeitos indesejáveis devido ao uso inadequado dos produtos, a sua formulação e finalidade. Os produtos de grau 1 são considerados os de risco mínimo, sendo produtos caracterizados por propriedades básicas e que não necessitam de informações específicas quanto ao seu modo de usar e suas restrições de uso. Entre eles, pode-se citar os cremes corporais com finalidade exclusiva de hidratação e/ou refrescância, maquiagens sem finalidade fotoprotetora, máscaras capilares e outros produtos capilares com exceção os com ação antiqueda, anticaspa e/ou outros benefícios específicos com comprovação prévia. Já os produtos de grau 2, são os de risco potencial e que necessitam de indicações e orientações detalhadas, como produtos fotoprotetores, clareadores corporais, desodorantes antitranspirantes, tinturas capilares, entre outros (BRASIL, 2015).

Atualmente, a indústria de cosméticos tem grande movimentação na economia e geração de empregos, tendo um papel essencial e extremamente importante na situação financeira do país. No Brasil, o setor gera cerca de 5,4 milhões de oportunidades de trabalho na área e seu mercado consumidor tem uma movimentação de US \$22,9 bilhões no ano de 2021. E seus consumidores têm exigido cada vez mais inovação e tecnologia associada à sustentabilidade na pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização de cosméticos (ABIHPEC, 2022; GALEMBECK; CSORDAS, 2009).

## 2.2 Cosméticos capilares

Os produtos capilares são formulações destinadas ao tratamento do cabelo e/ ou couro cabeludo ao cabelo, e possuem o objetivo de higienizar, proteger e melhorar a qualidade capilar alterando suas condições atuais e conservá-los. Eles se diferenciam pela sua finalidade e mecanismo de ação da sua formulação. Esses cosméticos atendem às adversidades que podem surgir em decorrência da faixa etária, gênero, características capilares individuais e danos decorrentes à exposição e procedimentos químicos (BRITO, 2018; FERNANDES, 2013).

Cabelos sem tratamento possuem uma superfície capilar com pH de 4,5 a 5,5, tal acidez auxilia na conservação das células cuticulares. Os cabelos e toda sua estrutura capilar sofrem danos e lesões ao longo da rotina, sejam eles por procedimentos químicos como tinturas, alisamentos e descolorações, como por fatores externos, sendo pela exposição diária ao sol, poluição, excesso de água salina ou água com produtos químicos, equipamentos para secagem e alisamento e até mesmo ações simples realizadas de forma agressiva como pentear e escovar os cabelos. Sendo assim, ressalta-se a importância dos cosméticos capilares, para que eles realizem um tratamento e cuidado eficaz aos cabelos, visando realizar um intenso condicionamento, restaurar a maleabilidade do cabelo, reduzir a eletricidade estática e a fricção entre os fios e recondicionar a fibra danificada, que possui uma característica mais porosa e hidrofílica do que uma fibra sem alteração (BRITO, 2018; KHAN; MADNANI, 2013).

Os cosméticos capilares podem ser classificados de acordo com a sua atuação e eficácia nos diversos componentes do cabelo em nível molecular, assim sua classificação pode ser dada como:

- Categoria 1: produtos capilares que atuam na exocutícula. Incluem shampoos, condicionadores, máscaras capilares, sérum, sprays para cabelo, ceras, géis, mousses.

- Categoria 2: produtos capilares que atuam no córtex ou alteram a integridade estrutural da haste do cabelo. Incluem tinturas capilares, agentes clareadores, alisadores e permanentes (KHAN; MADNANI, 2013).

A máscaras capilares são formulações cosméticas também conhecidas por tratamento de condicionamento profundo, destinada a uma hidratação mais potente, reduzindo a perda de água e conferindo proteção a estrutura capilar, tendo o objetivo

de complementar o tratamento com condicionadores de uso diário. Essas formulações podem ter propriedades hidratantes, reconstrutoras e nutritivas (MATIELLO *et al.*, 2019).

Máscaras com propriedades hidratantes formam um filme de proteção ao longo da estrutura capilar, atuando nas camadas capilares mais externas, selando as cutículas e reestruturando o córtex capilar, conferindo hidratação. Formulações para conferir restauração visam repor nutrientes à estrutura capilar, em cabelos que tiveram alterações na sua composição e recuperando as características naturais dos fios. Já as máscaras nutritivas têm o objetivo de aumentar a concentração de nutrientes, oferecendo um profundo condicionamento (MATIELLO *et al.*, 2019).

Produtos com características de condicionamento são compostos por agentes tensoativos catiônicos, cargas positivas, que aderem ao fio e neutralizam as cargas negativas da fibra capilar promovidas pela realização de procedimentos químicos e exposição aos fatores externos, e também pela lavagem dos cabelos inicialmente com os shampoos. Esses agentes diminuem a tensão superficial da água, atuam como bactericidas, auxiliam na estabilidade da emulsão e assim promovem a ação condicionante aos fios capilares. Essas preparações devem conter outros componentes como os emolientes e doadores de consistência, que atuam formando filme lubrificante sobre a fibra capilar e selando a cutícula do cabelo, reduzem a hidrofobicidade e aumento da suavidade e do brilho do cabelo, resultando em uma estrutura capilar macia, facilitando o desembaraço dos fios e conservando-os no lugar sem que fiquem arrepiados (BRITO, 2018; FERNANDES; AMIRALIAN, 2018; HELEN *et al.*, 2011; SANCHES, 2019).

Verifica-se no Quadro 1, a composição de uma formulação típica de um condicionador, que além disso podem conter extratos, corantes e aditivos, dependendo do interesse comercial. A formulação das máscaras capilares é semelhante à dos condicionadores, possuindo uma estrutura de emulsão não iônica ou catiônica, a diferença entre eles é que as máscaras capilares geralmente possuem uma maior concentração de agentes espessantes, resultando em uma alta viscosidade, e por serem ricas em ativos condicionantes, porém há diversos outros aditivos que podem agregar um diferencial ao produto capilar (BRITO, 2018; FERNANDES; AMIRALIAN, 2018; KHAN e MADNANI, 2013).

**Quadro 1 - Composição típica de produtos condicionadores**

<b>Componentes</b>	<b>Função</b>
Água	Veículo
Reguladores de Viscosidade	Espessantes
Umectantes	Substâncias higroscópicas
Agentes de Condicionamento	Tensoativos catiônicos
Emulsionantes	Tensoativos não iônicos
Emolientes	Lubrificante
Agente Quelante	Sequestrantes
Reguladores de pH	Reguladores de acidez/ alcalinidade
Preservantes	Conservantes
Fragrância	Perfume

**Fonte: Adaptado FERNANDES E AMIRALIAN (2018)**

Nas máscaras capilares também podem ser utilizadas agentes com propriedades antioxidantes com o objetivo de evitar danos causados pela exposição à radiação UV e combater o envelhecimento capilar, que atuam impedindo a formação de radicais livres, interrompendo a reação em cadeia gerada e auxiliando na reparação dos danos oxidativos (SANCHES, 2019).

Em relação aos parâmetros físico-químicos, apesar de Brito (2018) citar que o pH adequado para produtos capilares hidratantes e alisadores de fios não causarem danos ao cabelo deve estar entre 4,5 e 6,5, o pH desejado para produtos cosméticos capilares com ação de condicionamento deve ser entre 3,5 a 4,5. Tal pH mais ácido irá promover melhor o fechamento das cutículas dos fios capilares, conferindo-lhes hidratação, maciez e brilho. Já o parâmetro de viscosidade dependerá de outros fatores, como o tipo de armazenamento do produto, o seu aspecto e consistência (BRITO, 2018; FERNANDES; AMIRALIAN, 2018; MANOEL, 2020).

### 2.3 *Arthrospira platensis*

*Arthrospira platensis* é uma cianobactéria, microrganismo também conhecido por algas cianofíceas ou algas azuis, filamentosa de cor verde azulada em forma espiralada, autótrofa e procarionte, podendo ser encontrada em diversos ambientes, salinos e alcalinos. São de um cultivo simples e econômico, com capacidade de ocupar terras improdutivas, consumir baixa quantidade de água e converter nutrientes do meio celular e liberando oxigênio por meio da fotossíntese. Para as condições de cultivo, necessitam de uma temperatura ideal entre 30-35°C e pH básico, 10-12. É composta de parede celular de mucopolissacarídeos, preservando a integridade dos componentes como vitaminas e ácidos graxos poli-insaturados, e não necessitando de calor para disponibilizar seus nutrientes (CAMARGO e BORBA, 2018; SANCHES, 2019).

Esta microalga era anteriormente denominada de *Spirulina*, e foi renomeada como *Arthrospira*, por ser considerada um grupo distinto, porém ao seu uso vastamente já conhecido, os dois termos passaram a ser usados. É amplamente conhecida devido ao seu alto teor proteico e de pigmentos, possuindo alta capacidade antioxidante que é a capacidade de retardar ou inibir significativamente a oxidação do substrato, com potencial de capturar e estabilizar uma determinada quantidade de radicais livres. Comercialmente, *Arthrospira platensis*, ainda é conhecida como *Spirulina platensis*, e apresenta alta composição de substâncias bioativas para o consumo humano e para o desenvolvimento de cosméticos (CAMARGO e BORBA, 2018; NOVAK, 2010; SANCHES, 2019).

Com relação a sua composição química, a Tabela 1, apresentada a seguir mostra os dados dos principais macronutrientes e micronutrientes de *A. platensis*, sendo uma fonte rica em vitaminas, pigmentos, fibras alimentares, aminoácidos essenciais e ácidos graxos essenciais (CAMARGO e BORBA, 2018; FERREIRA, 2020).

**Tabela 1 - Dados dos principais macronutrientes e micronutrientes da *A. platensis* (continua)**

Componentes	Concentração por 100g
Proteínas	63g
Carboidratos totais	17,8g

**Tabela 1 - Dados dos principais macronutrientes e micronutrientes da *A. platensis* (conclusão)**

<b>Componentes</b>	<b>Concentração por 100g</b>
Fibra dietética	7,7g
Aminoácidos essenciais	24,6g
Aminoácidos não essenciais	14,9g
Vitamina A ( $\beta$ -caroteno)	0,21mg
Vitamina K	1,1mg
Vitamina B	21,1mg
Minerais	5,3g

**Fonte: Adaptado FERREIRA (2020)**

Essa microalga compõe uma das fontes mais ricas de proteínas, sendo superior ao de carnes, peixes e soja, podendo ser em até 70% na composição, sua porcentagem varia de acordo com a espécie e suas condições de crescimento. As principais proteínas são as ficobiliproteínas, como ficocianina, em torno de 17,2%, aloficocianina e ficoeritrina, que são complexos pigmento-proteína de cor intensa, que participam de reações bioquímicas da fotossíntese e servem como reservatórios de nitrogênio. Essas proteínas possuem grande potencial de interesse nas áreas de alimentos, farmacêutica e cosmética, devido seu poder nutricional, antioxidante, antitumoral, antiviral, antibacteriano e antifúngico, entre outros (CAMARGO e BORBA, 2018; FERREIRA, 2020; SANCHES, 2019).

Os aminoácidos essenciais representam 47% do total das proteínas, como histidina, isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina, e metionina, e entre os não essenciais estão a alanina, arginina e o ácido aspártico (CAMARGO e BORBA, 2018; FERREIRA, 2020).

As vitaminas que podem estar presentes na composição de *A. platensis* são as vitaminas do complexo B: cianocobalamina (B12), niacina (B3), piridoxina (B6), riboflavina (B2), tiamina (B1), ácido pantotênico (B5); além de tocoferol (E) e fitonadiona (K). Os ácidos graxos essenciais alfa-linolênico e gama-linolênico, representam os lipídios, correspondendo até 30% de todos os ácidos graxos poli-

insaturados presentes em *A. platensis*, além dos ácidos palmítico, linoleico, oleico (CAMARGO e BORBA, 2018; FERREIRA, 2020).

Os minerais presentes na composição de *A. platensis* são cálcio, ferro, fósforo, iodo, cobre, manganês, potássio, boro, molibdênio, sódio, crômio, selênio, zinco e magnésio, sendo este em maior quantidade (CAMARGO e BORBA, 2018, FERREIRA, 2020).

Uma das características dessa microalga são as quantidades significativas de pigmentos, destacando-se os carotenóides com potencial antioxidante, principalmente, o  $\beta$ -caroteno, precursor da vitamina A, que representa cerca de 80% dos carotenóides presentes em sua biomassa e a clorofila (CAMARGO e BORBA, 2018).

*A. platensis* tem sido estudada devido ao seu grande potencial para produção de bioativos, podendo ser utilizada por indústrias de alimentos, farmacêutica e médica, sem risco à saúde, por não apresentar riscos de toxicidade e patogenicidade. Foi verificado que a distribuição de patentes com a utilização dessa microalga, envolvem formas de cultivo (29,5%), indústria farmacêutica (18,9%), indústria de alimentos (15,5%) e área médica (14,0%), sendo que apenas 3% destinam-se às atividades voltadas para a indústria de cosméticos (SANCHES, 2019).

#### **2.4 *Arthrospira platensis* em cosméticos**

Na área da cosmetologia, *A. platensis* é uma das espécies mais promissoras, com valioso conteúdo fitoquímico e uma cadeia produtiva verde e sustentável. É um ingrediente bioativo potencial decorrente de sua rica composição possibilitando o desenvolvimento de formulação de cosméticos eficazes e seguros. Devido a sua composição e características essa microalga torna-se um ingrediente atraente, especialmente para a formulação de cosméticos verdes e ecológicos (AMADIO *et al.*, 2021).

A utilização da microalga como ingrediente bioativo na indústria cosmética pode ser feita por extratos concentrados secos ou líquidos e o pó bruto. Aponta-se que as propriedades e os comportamentos de *A. platensis* são altamente influenciados pelo procedimento de extração e pelo solvente utilizado (AMADIO *et al.*, 2021).

Amplamente utilizada em diversos cosméticos por ser uma fonte rica em vitaminas e minerais, sendo componentes essenciais para auxiliar em uma aparência

saudável, principalmente para pele, unhas e cabelos. O teor de vitamina B permite que a pele se mantenha hidratada e com sua elasticidade reforçada e também age na proteção do cabelo contra as agressões químicas e mecânicas. Essa rica composição pode permitir também um grande potencial para atuar no controle da oleosidade da pele e dos cabelos e no aperfeiçoamento das condições da fibra capilar resultando em melhor nutrição, hidratação e fortalecimento (SAYARI *et al.*, 2020).

De acordo com os estudos recentes de Amadio *et al.* (2021), os principais benefícios encontrados da *A. platensis* em cosméticos são seu potencial de anti-envelhecimento, com propriedades hidratantes, antioxidantes e iluminadoras (clareamento), seguido de um potencial de cicatrização e anti-acne, além de ações de revitalização, remineralização, proteção e ação de limpeza e brilho, tanto para o cabelo quanto para a pele.

Segundo Silva *et al.* (2019), confirmou-se cientificamente o potencial de *Arthrospira platensis* combinada a outra microalga, *Ascophyllum nodosum*, como ingrediente ativo para o desenvolvimento de formulações inovadoras de condicionadores capilares, pois foi verificado benefícios para a fibra capilar e melhoria nas suas propriedades mecânicas dos fios e na superfície das fibras, apresentando um aumento do brilho dos cabelos e a diminuição da força de pentear.

## **2.5 Estudo de estabilidade**

O estudo de estabilidade de produtos cosméticos, descrito no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos, fornece informações sobre o comportamento e grau de estabilidade do produto em determinado tempo, condições ambientais possivelmente enfrentadas durante a sua fabricação ao seu prazo de validade. Tal estabilidade é relativa, pois depende de tempo e fatores que podem variar e assim necessitando que cada modificação seja avaliada individualmente já que ainda pode estar dentro do desejado (ANVISA, 2004).

Esse estudo possibilita a orientação para desenvolver e aperfeiçoar uma formulação, determinar o material de acondicionamento mais adequado, prever a vida útil do produto e monitorar a estabilidade dos parâmetros organolépticos, físico-químicos e microbiológicos. Essa análise é essencial para garantir a segurança e funcionalidade dos produtos cosméticos, ressaltando sua importância, visto que a diversos fatores externos e inerentes à formulação que podem influenciar na sua

estabilidade. As alterações podem ser decorrentes do processo de fabricação, interação dos componentes, material de acondicionamento, condições ambientais e transporte (ANVISA, 2004).

Nos testes de estabilidade, as condições variáveis de armazenagem que as amostras são submetidas para serem estudadas são: temperatura, exposição à luz e ciclos de congelamento e descongelamento. A exposição à radiação luminosa pode degradar componentes da formulação, alterando de forma significativa a cor e o odor. A luz ultravioleta em conjunto com o oxigênio forma radicais livres e possibilita a ocorrência de reações óxido-redução. As alterações extremas de alta temperatura podem acelerar as interações dos ingredientes da formulação e as reações físico-químicas, podendo modificar a viscosidade, aspecto, cor e odor. Já as baixas temperaturas têm a possibilidade de acelerar as alterações de características físicas, como turvação, precipitação e cristalização. Porém, essas alterações podem ser decorrentes do processo de fabricação, armazenamento e transporte. Ao decorrer do tempo, o produto cosmético passa pelo processo de envelhecimento, podendo modificar os parâmetros organolépticos, físico-químicos e microbiológicos. (ANVISA, 2004)

Inicialmente, o estudo de estabilidade realizado é o de estabilidade preliminar, também conhecido como teste de triagem, estabilidade acelerada ou de curto prazo. Tem como objetivo auxiliar e orientar a escolha das formulações, sendo elas de variadas composições e/ou concentração, analisando-as durante um tempo reduzido. Para verificar a estabilidade neste estudo, emprega-se condições extremas de temperatura, a fim de acelerar fatores que podem influenciar nas características do produto (ANVISA, 2004).

Após isso, pode ser realizado o estudo de estabilidade acelerada em um período de tempo mais longo para as análises. Ela fornece dados para prever a estabilidade do produto, tempo de vida útil e compatibilidade da formulação com o material de acondicionamento. Posteriormente, podem ser realizados o teste de prateleira que valida os limites de estabilidade do produto e comprova o prazo de validade proposto na estabilidade acelerada, o teste de compatibilidade entre formulação e material de acondicionamento, que determina o acondicionamento mais adequado para o produto e por último, o teste de transporte e distribuição para avaliar o comportamento do produto em movimentação (ANVISA, 2004).

Os parâmetros a serem avaliados durante o estudo de estabilidade devem ser determinados pelo responsável em desenvolver a formulação conforme a necessidade de adequar os testes, pois pode depender das características e condições específicas do produto e também o interesse do formulador. Em geral, são avaliados parâmetros como:

- a. Parâmetros Organolépticos: aspecto, cor, odor e sabor;
- b. Parâmetros Físico-Químicos: pH, viscosidade, densidade e componentes da formulação;
- c. Parâmetros Microbiológicos: contagem microbiana e teste de desafio do sistema conservante.

Além desses, outros testes também podem ser realizados. Ao monitorar os teores de ingredientes ativos, faz-se necessário monitorar a qualidade e a performance do produto em estudo. Esses estudos são essenciais para garantir um produto seguro e de qualidade ao mercado consumidor, assim potencializando sua comercialização e aceitação (ANVISA, 2004; NOVAK, 2010).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Protótipos da máscara capilar

Para realizar o estudo de estabilidade foram definidas 3 propostas de formulação a fim de avaliar e comparar os dados. O preparo das máscaras capilares foi realizado em farmácia de manipulação de cosméticos em Curitiba - PR. As três formulações estudadas foram uma padrão e outras duas testes com a adição da biomassa seca da *A. platensis*, nas concentrações de 1,0% e 1,5% (p/p), como ativo.

Os protótipos representaram o seguinte arranjo: protótipo padrão (PP), protótipo teste 1 (PT1) e protótipo teste 1,5 (PT1,5). O PP sendo a base padrão de uma máscara capilar, sem a biomassa seca da *A. platensis*, o PT1 com a incorporação de 1% da concentração de biomassa seca na base padrão, e o PT1,5 com a concentração de 1,5% do ativo. As incorporações do ativo foram realizadas na etapa final de cada formulação e todas as formulações tinham a mesma fragrância na sua composição, previamente estabelecida pela farmácia de manipulação. No quadro 2, encontram-se os componentes da formulação padrão da máscara capilar, a qual tem a faixa de pH do produto final de 4,5 a 5,0, informação repassada pela farmácia de manipulação.

**Quadro 2 - Composição da formulação padrão da máscara capilar**

<b>Fase</b>	<b>Composição</b>	<b>Função</b>
1	Água Deionizada	Veículo
	Dehyquart A	Agente condicionante – Tensoativo catiônico
	Glicerina	Umectante e regulador de viscosidade
	Edta Dissódico	Agente quelante e conservante
2	Álcool Cetílico	Emulsionante, emoliente e regulador de viscosidade
	Álcool Cetoestearílico	Emoliente

2	Squalane	Emoliente
	Cm glucan	Aditivo - Manutenção da microbiota
	Biocerin	Aditivo
	Queratina	Aditivo - Repositor de proteína
	Silsoft CLX-E	Agente de condicionamento
	Óleo de Argan	Extrato hidratante
	Jaborandi Extrato Glicólico	Aditivo - Tônico capilar
3	Fragrância poesia (notas florais)	Perfume
4	Ácido Cítrico sol. 10% qs ou NaOH sol. 30% qs	Regulador de pH

Fonte: Adaptado de *Cosmética, Farmácia de Manipulação (2022)*

### 3.2 Estudo de estabilidade

O estudo realizado foi o de estabilidade preliminar, sendo inicialmente feito o teste de centrifugação para avaliar a estabilidade das emulsões obtidas. Os protótipos foram submetidos a condições de estresse variadas, sugeridas pela ANVISA (2004), para que fossem analisadas e comparadas ao padrão determinado.

As amostras adquiridas foram acondicionadas em frascos de vidros transparentes, com boa vedação, garantindo a exigência da ANVISA (2004). Ao total resultaram-se em 22 frascos de cada protótipo PP, PT1, PT1,5, cada uma contendo em torno de 30 mL cada.

#### 3.2.1 Teste de centrifugação

Os protótipos foram submetidos ao teste de centrifugação, realizado para verificar a estabilidade da emulsão formada, considerado como um teste de triagem. Sendo submetidos a velocidade de 3000 rpm durante 30 minutos (ANVISA, 2004).

### 3.2.2 Estabilidade preliminar

O teste da estabilidade preliminar, utilizou as amostras das 3 formulações, PP, PT1, PT1,5, expondo-os à luz solar e a condições adversas de temperatura durante 14 dias, com o objetivo de acelerar possíveis resultados de instabilidade.

As amostras foram submetidas às seguintes condições:

- a. Temperaturas de  $45^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;
- b. Exposição solar direta e indireta;
- c. Ciclos de congelamento/descongelamento: 24h/ $45^{\circ}\text{C}$  e 24h/ $-5^{\circ}\text{C}$ ; 24h/ $-5^{\circ}\text{C}$  e 24h/ $45^{\circ}\text{C}$ .

Para a condição de  $45^{\circ}\text{C}$  foi utilizada uma estufa, para  $5^{\circ}\text{C}$  uma geladeira e para  $-5^{\circ}\text{C}$  um freezer. E para a variação de luminosidade, as amostras foram posicionadas em um ambiente com exposição direta à luz natural e outras em um local com exposição somente à luz interna do ambiente fechado. É importante ressaltar que para as análises da condição de exposição à luz direta e indireta do 1º dia, foram utilizadas a mesma amostra para as duas condições, pois não houve tempo hábil e possibilidade de manter diferença entre as exposições à luz.

Apesar do estudo de estabilidade preliminar não prever a realização de exposição à radiação luminosa das amostras, este estudo foi adaptado propondo essa condição, a fim de adquirir dados relevantes e em maior número para resultados e discussão das análises. Os parâmetros analisados foram as características organolépticas (cor, odor e aspecto), o pH e viscosidade, como características físico-químicas. As amostras foram analisadas durante o período de 14 dias, sendo os testes realizados nos tempos de 1, 3, 7 e 14 dias.

#### 3.2.2.1 Ciclos de congelamento e descongelamento

Para esta avaliação, as amostras foram armazenadas em condições de temperatura alternadas em intervalo de tempos iguais. As amostras foram submetidas a dois ciclos simultâneos diferentes a fim de comparação. Os ciclos propostos foram os seguintes:

- a. 24 horas em  $45^{\circ}\text{C}$ , seguido de 24 horas em  $-5^{\circ}\text{C}$ ;
- b. 24 horas em  $-5^{\circ}\text{C}$ , seguido de 24 horas em  $45^{\circ}\text{C}$ .

Após a finalização dos ciclos, foram analisadas as características organolépticas e físico-químicas das amostras.

### 3.2.3 Ensaio organolépticos

Foi realizada a observação visual do aspecto e da cor, e o odor pelo olfato, das amostras em estudo. Foram comparadas as características iniciais em relação às finais, se ocorreram alterações visuais e olfativas, e também a comparação dos protótipos com ativo em relação ao padrão (ANVISA, 2004).

#### 3.2.3.1 Análise de aspecto

Para realizar a avaliação do aspecto, foram observados visualmente a integridade dos produtos durante o período de teste, que devem ser mantidos iguais ao inicial, exceto em variações de temperatura, no qual são aceitas alterações pequenas. De acordo com ANVISA (2004), os parâmetros de descrição do aspecto podem ser granulado, pó seco, pó úmido, cristalino, pasta, gel, fluído, viscoso, volátil, homogêneo, heterogêneo, transparente, opaco, leitoso, etc. Para os protótipos, foram considerados o aspecto viscoso e homogêneo.

E as amostras podem ser classificadas com os seguintes critérios:

- Normal, sem alteração;
- Levemente separado, levemente precipitado ou levemente turvo;
- Separado, precipitado ou turvo.

#### 3.2.3.2 Análise de cor

Para realizar a avaliação da cor, os protótipos foram observados visualmente durante os 14 dias. De acordo com ANVISA (2004), as amostras podem ser classificadas com os seguintes critérios:

- Normal, sem alteração;
- Levemente modificada;
- Modificada;
- Intensamente modificada.

#### 3.2.3.3 Análise de odor

A análise de odor dos protótipos foi observada pelo olfato durante os 14 dias. De acordo com ANVISA (2004), as amostras podem ser classificadas com os seguintes critérios:

- Normal, sem alteração;

- Levemente modificada;
- Modificada;
- Intensamente modificada.

### 3.2.4 Ensaio físico-químico

Para as análises físico-químicas foram analisadas pH e viscosidade durante os dias estabelecidos e realizada a comparação dos valores iniciais em relação às finais, e também a comparação dos protótipos com ativo em relação ao protótipo padrão (ANVISA, 2004).

#### 3.2.4.1 Determinação de pH

Para a análise de pH das amostras, utilizou-se pHmetro de bancada com correção de temperatura e a medição foi realizada diretamente na amostra (ANVISA, 2008).

#### 3.2.4.2 Determinação de viscosidade

Para a análise de viscosidade das amostras em estudo, foi empregado o viscosímetro rotacional Brookfield, com spindle 31, velocidade de 0,3 rpm na temperatura de 40°C. O resultado obtido indicou a consistência ou fluidez da amostra analisada (ANVISA, 2004).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Protótipos da máscara capilar

As amostras de todos os protótipos apresentaram consistência característica de máscara capilar, odor predominante da fragrância adicionada. Com relação a cor, foi observado variação entre eles, tendo o PP uma coloração amarelada clara e nas amostras PT1 e PT1,5, ambas de coloração verde, foi possível visualizar que a biomassa seca não foi totalmente solubilizada à emulsão apresentando pontos de pigmentos verdes. Essa observação pode ter provável relação com a solubilização dos componentes presentes na biomassa seca de *A. platensis*, visto que possui sua maior concentração em proteínas. Segundo Schwinn *et al.* (2007), amostras secas de *Spirulina platensis* possuem em torno de 45% de solubilidade em meio ácido e básico.

Fotografia 1 – Amostras do PP, PT1 e PT1,5, respectivamente



Fonte: Autoria própria (2022)

### 4.2 Teste de centrifugação

Após a realização do teste de triagem na centrífuga, todos os protótipos permaneceram com as características estáveis. Indicando assim a estabilidade das formulações nesse teste e possibilitando a continuação das próximas análises.

**Fotografia 2 - Protótipos após a centrifugação**



Fonte: Autoria própria (2022)

### 4.3 Estabilidade preliminar

Os resultados do estudo de estabilidade preliminar foram analisados e discutidos ao longo dos 14 dias observados. Os parâmetros de estabilidade de cada amostra foram comparados à sua forma inicial ao final, e também sendo PP a amostra de referência, os 3 protótipos também foram comparados entre si.

#### 4.3.1 Ensaio organolépticos

A seguir encontram-se os resultados das análises de aspecto, cor e odor durante os dias 1, 3, 7 e 14, respectivamente, além dos resultados dos ciclos de congelamento e descongelamento.

##### 4.3.1.1 Análise de aspecto

Os quadros 3, 4 e 5 apresentam os resultados observados visualmente do aspecto das amostras do PP, PT1 e PT1,5, respectivamente, durante 14 dias.

**Quadro 3 – Resultados de Aspecto do Protótipo Padrão na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente separado	Separado
5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração
Luz Direta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração
Luz Indireta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração

Fonte: Autoria própria (2022)

**Quadro 4 – Resultados de Aspecto do Protótipo Teste 1 na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C	Normal, sem alteração	Levemente separado	Separado	Separado
5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração
Luz Direta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente separado
Luz Indireta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração

Fonte: Autoria própria (2022)

**Quadro 5 – Resultados de Aspecto do Protótipo Teste 1,5 na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C	Normal, sem alteração	Separado	Separado	Separado
5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração
Luz Direta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente separado
Luz Indireta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração

Fonte: Autoria própria (2022)

Após analisar os dados, verifica-se que todas as amostras dos protótipos se mantêm como uma emulsão viscosa, porém as classificadas como “separado” ou “levemente separado” indicaram o surgimento de uma fase na superfície das amostras, considerando as heterogêneas, e “normal, sem alteração” como homogêneas. A alteração visualizada foi uma pequena faixa formada na superfície de cada amostra com uma coloração mais clara de menor consistência que a da formulação em si, assim separando-as.

No final do tempo de estudo, os 3 protótipos apresentaram alterações quando expostas à temperatura de 45°C, e sem alteração à 5°C. Ao serem expostos à luz direta, somente PT1 e PT1,5 apresentaram alteração, e à luz indireta nenhum apresentou modificação. Comparando as condições, as alterações mais expressivas foram na temperatura de 45°C. E comparando os protótipos, a alteração mais relevante foi na de maior concentração de ativo, PT1,5.

Segundo ANVISA (2004), a exposição a condições variadas de temperatura pode afetar características físicas, sendo uma delas o aspecto. Isso ocorre pela

possível aceleração da interação dos componentes presentes na formulação que podem ter sido degradados.

#### 4.3.1.2 Análise de cor

Nos quadros 6, 7 e 8 encontram-se os resultados observados visualmente da cor das amostras do PP, PT1 e PT1,5, respectivamente, durante 14 dias. No quadro 9 estão as imagens das amostras, mostrando uma análise visual comparativa.

**Quadro 6 – Resultados de Cor do Protótipo Padrão na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Modificada
5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Levemente modificada
Luz Direta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Modificada
Luz Indireta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada

Fonte: Autoria própria (2022)

**Quadro 7 – Resultados de Cor do Protótipo Teste 1 na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C	Levemente modificada	Modificada	Modificada	Intensamente modificada
5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Modificada
Luz Direta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Modificada
Luz Indireta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada

Fonte: Autoria própria (2022)

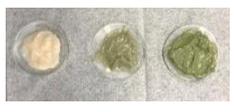
**Quadro 8 – Resultados de Cor do Protótipo Teste 1,5 na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C	Levemente modificada	Modificada	Intensamente modificada	Intensamente modificada
5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Intensamente modificada
Luz Direta	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Levemente modificada	Intensamente modificada

Luz Indireta	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Levemente modificada	Modificada
--------------	-----------------------	----------------------	----------------------	------------

Fonte: Autoria própria (2022)

**Quadro 9 – Imagens de Cor de PP, PT1 e PT1,5, respectivamente na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C				
5°C				
Luz Direta				
Luz Indireta				

Fonte: Autoria própria (2022)

Ao analisar os dados, percebe-se que todas as amostras dos protótipos sofrem alteração de cor ao longo do estudo em todas as condições. Quando expostas à temperatura de 45°C apresentaram a modificação mais significativa, PT1 e PT1,5 apresentaram alteração desde o 1º dia, e o PP apenas no último dia. À 45°C, os pontos de pigmento verde de PT1 e PT1,5 desapareceram, apresentando solubilização na emulsão. Na temperatura de 5°C, apenas os protótipos testes foram alterados, apresentando pontos de coloração azulada, mais expressiva em PT1,5.

Ao ficarem expostos à luz direta, todos tiveram uma degradação da cor mais rápida do que quando expostas a luz indireta, que começou a ser mais pronunciada a partir do 7º dia. Nessas condições, os protótipos teste apresentaram maior modificação do que o padrão. Comparando todas as condições de temperatura e exposição à luz, a temperatura de 45°C e a luz direta tiveram as amostras mais alteradas. E comparando os protótipos, a alteração mais expressiva foi em PT1,5.

Segundo ANVISA (2004), a exposição solar e a altas temperaturas modifica a cor dos produtos, possivelmente pela degradação e interação dos componentes da formulação. Mathys *et al.* (2019) expôs que a atividade da ficocianina, presente em *A.*

*platensis*, apresenta degradação da atividade em temperaturas elevadas, possivelmente ocasionada pelas combinações de reações.

Com relação a solubilização, *A. platensis* apresenta mínima solubilidade em pH de 3,0 a 4,0, e máxima solubilidade em pH 8,9 a 9,0 (FURTADO, 2013). Assim, pode-se levantar a hipótese que a temperatura de 45°C e o pH influenciaram em conjunto para que os pigmentos se degradassem e se solubilizassem em PT1 e PT1,5, visto que o pH das amostras iniciais foi considerado entre 4,5 a 5,0.

#### 4.3.1.3 Análise de odor

Os quadros 10, 11 e 12 mostram os resultados observados do odor das amostras do PP, PT1 e PT1,5, respectivamente.

**Quadro 10 – Resultados de Odor do Protótipo Padrão na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Modificada
5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Levemente modificada
Luz Direta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Modificada
Luz Indireta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Levemente modificada

Fonte: Autoria própria (2022)

**Quadro 11 – Resultados de Odor do Protótipo Teste 1 na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Modificada
5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Levemente modificada
Luz Direta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Modificada
Luz Indireta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Levemente modificada

Fonte: Autoria própria (2022)

**Quadro 12 – Resultados de Odor do Protótipo Teste 1,5 na Estabilidade Preliminar**

Condições	Dia 1	Dia 3	Dia 7	Dia 14
45°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Modificada
5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Levemente modificada
Luz Direta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Modificada
Luz Indireta	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Levemente modificada	Levemente modificada

Fonte: Autoria própria (2022)

Analisando os dados, constata-se que todas as amostras dos protótipos sofrem modificação de odor ao decorrer do tempo em todas as condições. As amostras expostas à temperatura de 45°C e a luz direta, apresentaram um decréscimo do odor mais relevante. Sendo partir do 7° dia que notou-se essa alteração, com PP manifestando apenas uma redução no odor da fragrância, e em PT1 e PT1,5, um surgimento do odor mais expressivo do ativo, sobressaindo ao da fragrância.

Comparando as condições, as alterações mais perceptíveis foram na temperatura de 45°C e exposição à luz direta. E ao comparar os protótipos, PT1,5 expressou mais o odor do ativo.

Segundo ANVISA (2004), a exposição solar e a altas temperaturas também modifica o odor dos produtos. Considera-se também que a redução da fragrância pode ocorrer de forma natural ao longo do tempo devido a exposições e interações.

#### 4.3.1.4 Análise organolépticas dos ciclos de congelamento e descongelamento

No quadro 13 estão apresentados os dados de aspecto, cor e odor dos dois ciclos de congelamento e descongelamento propostos. O quadro 14 apresenta as imagens das amostras submetidas aos ciclos de congelamento e descongelamento.

**Quadro 13 – Resultados organolépticos dos protótipos durante os Ciclos de Congelamento/Descongelamento**

Parâmetros Organolépticos	Condições	PP	PT1	PT1,5
Aspecto	Ciclo 45°C/-5°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração
	Ciclo -5°C/45°C	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração

Cor	Ciclo 45°C/-5°C	Levemente modificada	Modificada	Modificada
	Ciclo -5°C/45°C	Levemente modificada	Modificada	Modificada
Odor	Ciclo 45°C/-5°C	Levemente modificada	Levemente modificada	Levemente modificada
	Ciclo -5°C/45°C	Levemente modificada	Levemente modificada	Levemente modificada

Fonte: Autoria própria (2022)

**Quadro 14 – Imagens de Cor de PP, PT1 e PT1,5, respectivamente nos Ciclos de Congelamento/Descongelo**

Ciclos	Imagens
Ciclo 45°C/-5°C	
Ciclo -5°C/45°C	

Fonte: Autoria própria (2022)

Comparando os resultados dos aspectos dos protótipos nos dois ciclos com os observados no 1º dia, elas mantiveram os mesmos resultados, sem alteração. Com relação a cor, houve alteração relevante nos protótipos nos dois ciclos, indicando a influência da temperatura na degradação da cor em condições adversas alternadas. Comparando os dois ciclos entre eles, não apresentou diferenças visuais, e entre as amostras, PT e PT1,5 apresentaram as modificações mais relevante. E por fim, analisando o parâmetro de odor, todos demonstraram decréscimo na intensidade da fragrância, sem alteração olfativa entre os ciclos. Observando, PT1 e PT1,5 apresentaram a fragrância mais leve em relação ao PP.

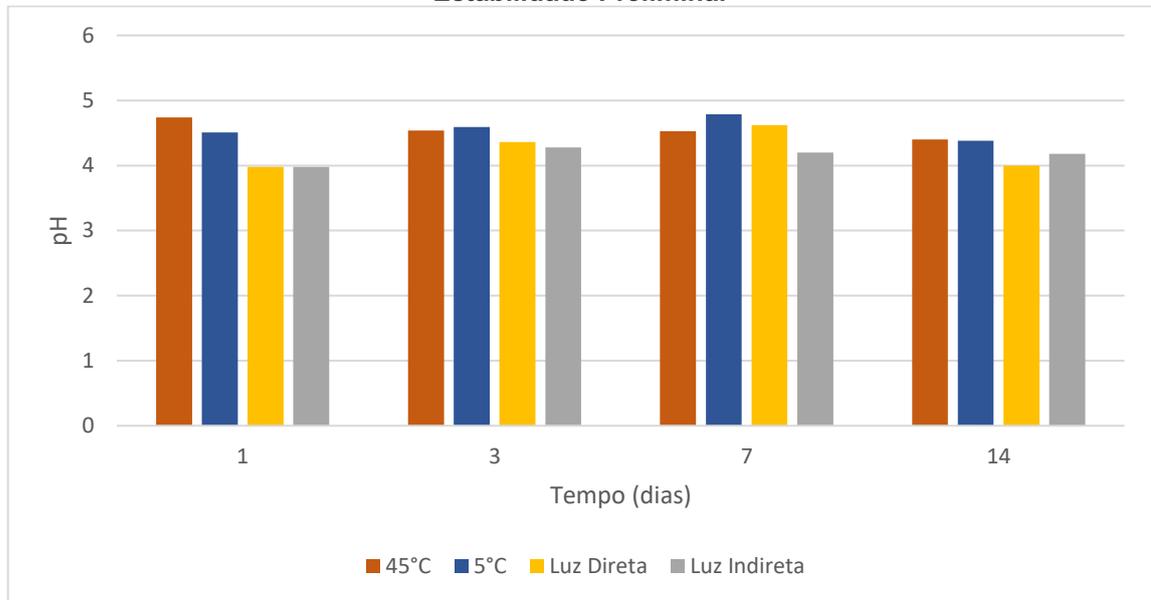
#### 4.3.2 Ensaio físico-químico

A seguir encontram-se os resultados das análises de pH e viscosidade durante os dias 1, 3, 7 e 14, respectivamente, além dos resultados dos ciclos de congelamento e descongelamento.

#### 4.3.2.1 Determinação de pH

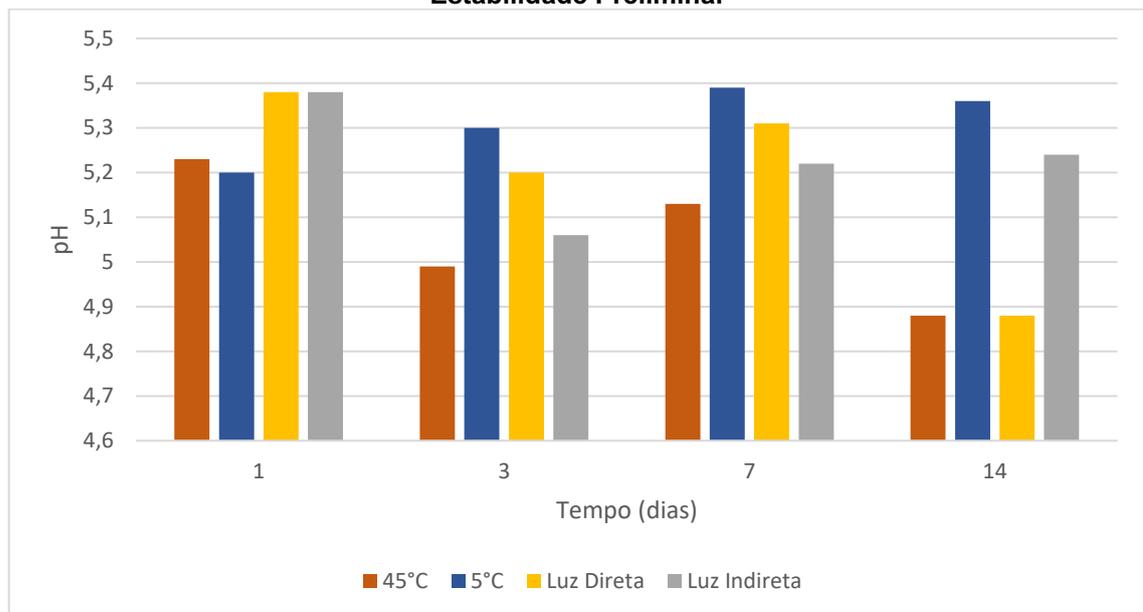
Os gráficos 1, 2 e 3 apresentam os resultados obtidos do valor de pH das amostras do PP, PT1 e PT1,5, respectivamente, em todas as condições.

**Gráfico 1 – Resultados do pH com a variação de condição para o protótipo padrão na Estabilidade Preliminar**



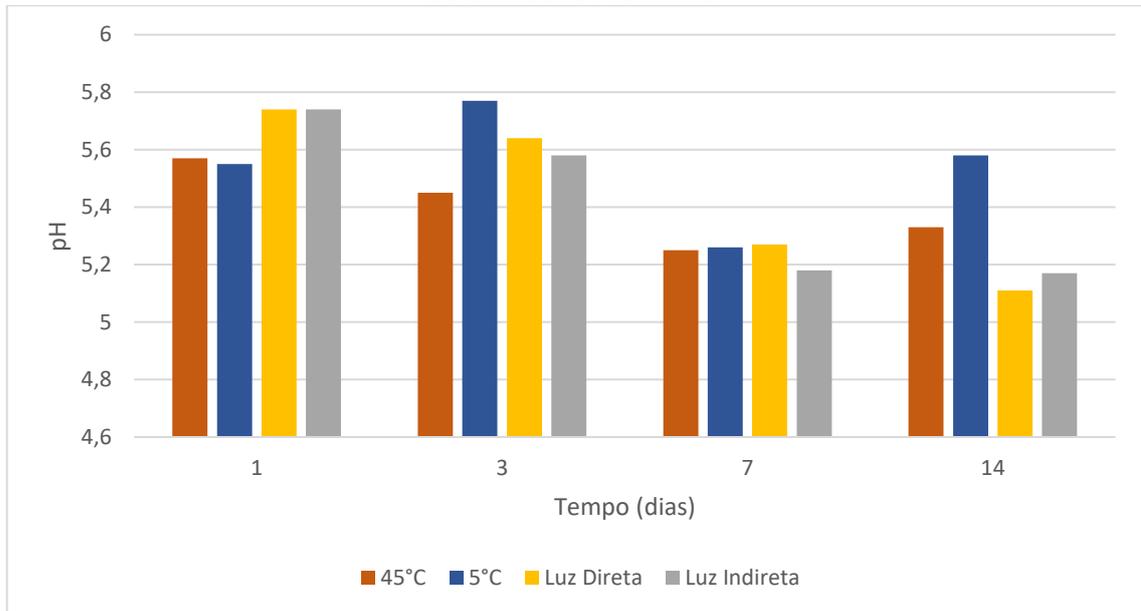
Fonte: Autoria própria (2022)

**Gráfico 2 – Resultados do pH com a variação de condição para o protótipo teste 1 na Estabilidade Preliminar**



Fonte: Autoria própria (2022)

**Gráfico 3 – Resultados do pH com a variação de condição para o protótipo teste 1,5 na Estabilidade Preliminar**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Para avaliar os dados, compara-se os resultados de pH obtidos dos protótipos com relação as condições variáveis, considerando os valores do 1º dia aos valores finais do 14º dia. Analisando inicialmente a temperatura, constata-se a sua influência nos valores de pH ao longo do estudo, podendo ser relacionada a interação com os seus componentes e possíveis reações. Observa-se que a 45°C, todos os protótipos sofreram redução, e a 5°C apenas o PP sofreu redução no valor, ao passo que os PT1 e PT1,5, tiveram aumento de pH ao final do estudo. Nas duas variáveis de temperatura, os protótipos teste apresentaram sempre um valor superior ao padrão. Comparando PT1 e PT1,5 nota-se que apresentam igual comportamento entre si, sendo de redução de 6,7% e 4,3% do valor de pH, respectivamente, à 45°C, e aumento de 3,1% e 0,5%, respectivamente, à 5°C.

Com relação a exposição à radiação luminosa, a influência nos valores de pH pode ser relacionada a possíveis reações desencadeadas. Observou-se que todos os protótipos sofreram alteração à luz direta e indireta. Verifica-se que PT1 e PT1,5 possuem o comportamento diferente de PP para as duas exposições, sendo os protótipos testes apresentando reduções entre 9 a 11% nos valores de pH para a luz direta e 2,6% para PT1 e 9,9% para PT1,5, e o padrão exibindo aumento. Apesar disso, os protótipos teste indicaram um valor superior de pH para as duas condições quando comparadas ao padrão.

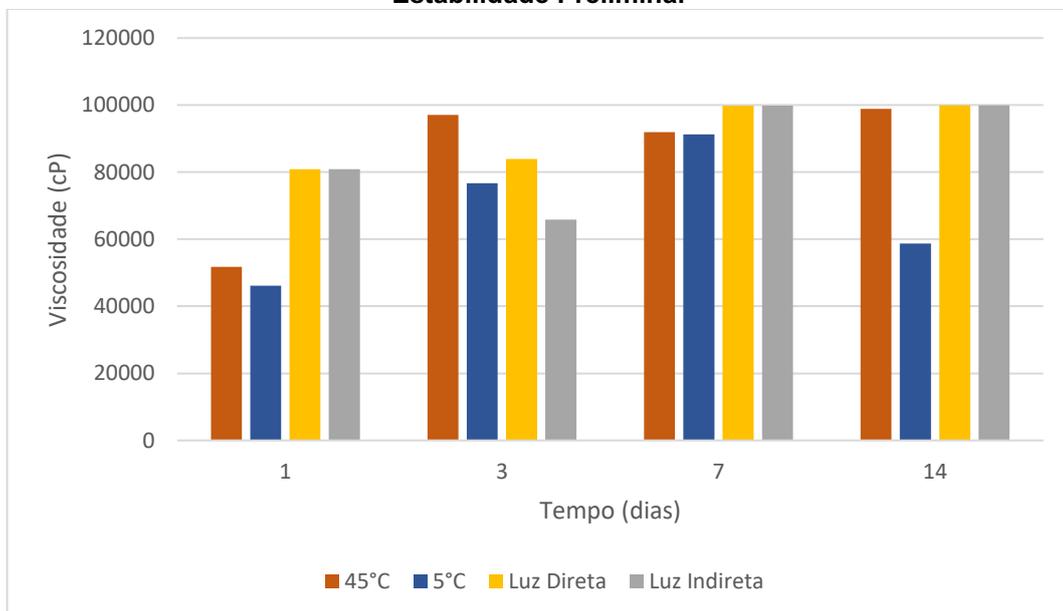
Analisando os valores de pH com relação a faixa desejada, considera-se o informado de 4,5 a 5,0, apesar de que pH mais ideal deveria estar entre 3,5 a 4,5 (FERNANDES; AMIRALIAN, 2018). Assim, observando o gráfico 1, os valores das amostras PP não estão dentro da faixa desejada ao longo dos dias. Analisando os gráficos 2 e 3, conclui-se que PT1 e PT1,5 não atendem o pH desejado, resultando valores superiores em todas as condições ao longo dos dias.

Conforme citado por Furtado (2013) que *A. platensis* apresenta mínima solubilidade em pH de 3,0 a 4,0, e máxima solubilidade em pH 8,9 a 9,0, considera-se a hipótese da ocorrência dessa solubilização. Posteriormente, uma possível interferência dos componentes solubilizados podem ter ocasionado a alteração do pH resultante da amostra.

#### 4.3.2.2 Determinação de viscosidade

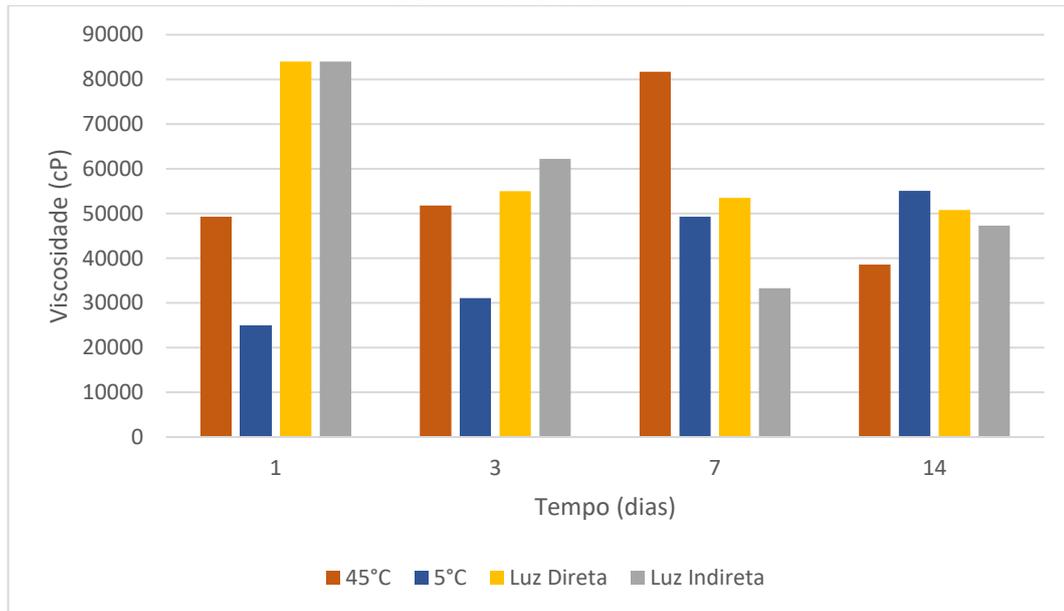
Os gráficos 4, 5 e 6 apresentam os resultados obtidos da viscosidade das amostras do PP, PT1 e PT1,5, respectivamente, em todas as condições.

**Gráfico 4 – Resultados da Viscosidade com a variação de condição para o protótipo padrão na Estabilidade Preliminar**



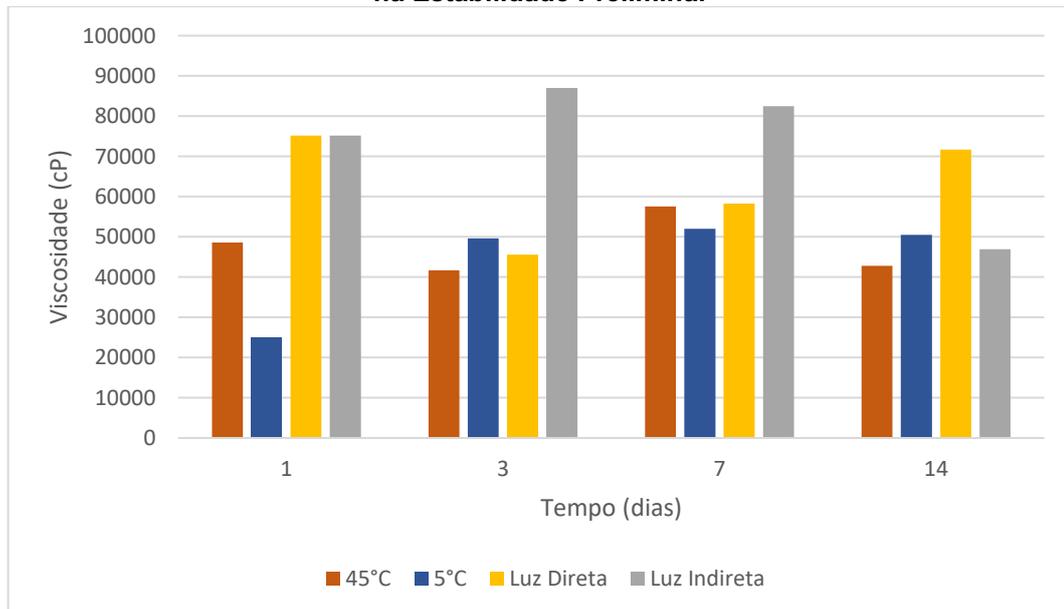
**Fonte: Autoria própria (2022)**

**Gráfico 5 – Resultados da Viscosidade com a variação de condição para o protótipo teste 1 na Estabilidade Preliminar**



Fonte: Autoria própria (2022)

**Gráfico 6 – Resultados da Viscosidade com a variação de condição para o protótipo teste 1,5 na Estabilidade Preliminar**



Fonte: Autoria própria (2022)

Considerando que a viscosidade é relativa ao que se é desejado pelo formulador e as características dos componentes, analisa-se os resultados em conjunto com percepção visual e sensorial, comparando os valores encontrados no 14º dia e no 1º dia.

Constatando a influência da temperatura na viscosidade, nota-se que a 5°C, todos os protótipos sofreram aumento na viscosidade, sendo maior que 100%, e a 45°C apenas o PP sofreu aumento no valor, ao passo que os PT1 e PT1,5, tiveram uma redução de viscosidade ao final do estudo dessa condição. Assim, os protótipos testes apresentaram igual comportamento entre si. Ao final em cada uma dessas duas condições, PP apresentou-se com maior viscosidade em relação a PT1 e PT1,5.

Observando também a influência da exposição à radiação luminosa na viscosidade, foi analisado que o PP exposto à luz direta e indireta possui viscosidade maior que PT1 e PT1,5. Verifica-se que o PP aumentou a viscosidade nessas condições, enquanto os protótipos teste sofreram redução à luz direta e indireta.

Analisando os gráficos 4, 5 e 6, conclui-se que PT1 e PT1,5 não seguem um mesmo comportamento para todas as condições e diferem do PP. Ambos também apresentaram instabilidade na consistência exposição à luz direta e em 45°C. Mesmo que os 3 protótipos tenham apresentado variação na consistência, não afetou de forma significativa sua percepção sensorial.

De acordo com Sanches (2019), ao desenvolver uma formulação cosmética de gel com extrato de *A. platensis*, também observou-se decréscimo na viscosidade. Podendo ser decorrente do aumento no alinhamento das cadeias poliméricas da formulação, pela presença do extrato da microalga, ou também pela possível degradação de polissacarídeos de alta massa molecular, resultando em componentes de menor massa.

#### 4.3.2.3 Análises físico-químicas dos ciclos de congelamento e descongelamento

A tabela 2 apresenta os resultados obtidos do valor de pH e viscosidade das amostras do PP, PT1 e PT1,5 após os ciclos de congelamento e descongelamento.

**Tabela 2 – Resultados físico-químicos dos protótipos durante os Ciclos de Congelamento/Descongelamento**

<b>Parâmetros Físico-químicos</b>	<b>Condições</b>	<b>PP</b>	<b>PT1</b>	<b>PT1,5</b>
pH	Ciclo 45°C/-5°C	4,32	4,66	5,12
	Ciclo -5°C/45°C	4,51	5,00	5,14
Viscosidade (cP)	Ciclo 45°C/-5°C	89600	66200	73200
	Ciclo -5°C/45°C	69200	45800	97100

**Fonte: Autoria Própria (2022)**

Analisando os resultados de pH para os dois diferentes ciclos, verifica-se que o Ciclo -5°C/45°C apresentou valores de pH maiores para os 3 protótipos.

Comparando os valores à faixa de pH desejada, apenas o PP no ciclo de 45°C/-5°C, atende o requisito de pH. E comparando a viscosidade dos dois diferentes ciclos, verifica-se que o valor de viscosidade é maior para PP e PT1,5 em ambos os ciclos. Apesar disso, todos os protótipos mantiveram sua consistência.

## 5 CONCLUSÃO

A partir da realização do desenvolvimento da formulação e dos testes propostos, obteve-se dados científicos relevantes quanto a utilização da biomassa seca de *A. platensis* como um ativo de origem biotecnológica para cosméticos de origem capilar. O objetivo deste trabalho era avaliar se as máscaras capilares compostas pelo ativo possuíam estabilidade.

Assim, avaliando as amostras de PP, PT1 e PT1,5 para o estudo de estabilidade preliminar, conclui-se que os protótipos testes, formulações contendo o ativo, apresentaram divergência de comportamento quando comparadas ao protótipo padrão, porém apresentaram comportamento similar entre si. Além disso, verificou-se que os protótipos sofreram influência das condições variáveis de exposição à luz solar e temperatura, alterando as características organolépticas e físico-químicas. Entre as condições que mais influenciaram nas alterações, pode-se destacar a condição de exposição à temperatura de 45°C e à luz direta.

Nas características organolépticas, a modificação mais relevante nos protótipos testes foi em relação a cor, que houve degradação de cor em todas as condições devido a possíveis reações óxido-redução, possibilitando a interferência na aceitabilidade da percepção visual. Nas características físico-químicas, a alteração mais relevante foi no valor de pH, PT1 e PT1,5, apresentando valores acima do requerido para a máscara capilar, considerando a faixa de 4,5 a 5,0. Porém, PT1 e PT1,5 apresentam pH compreendendo a faixa de 4,5 a 6,5, intervalo o qual não causa danos aos fios capilares. Comparando os dois protótipos teste, PT1,5 apresentou alterações mais relevantes e perceptíveis nas características organolépticas em relação ao PT1, porém nos parâmetros físico-químicos foi PT1 que apresentou as maiores porcentagens de alteração. Apesar de todas as considerações, PT1 apresentou resultados finais mais aceitáveis que PT1,5, no geral.

O estudo mostra a necessidade de correção do pH da formulação, a necessidade de condicionar as amostras em embalagem opaca para que não haja exposição à luz e armazená-las em local fresco e protegido da luz solar. Com isso, sugere-se que sejam feitos ajustes nas formulações testes para que sejam feitos novos estudos de estabilidades a fim de estudar o comportamento dessa biomassa seca em cosméticos e também uma análise da interação dos componentes da formulação com o ativo.

## REFERÊNCIAS

- ABIHPEC (Brasil). **Panorama do Setor – Atualização Novembro 2022**. 2022. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/panorama-do-setor/>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- ABIHPEC (Brasil). **A evolução da sustentabilidade na cadeia produtiva de HPPC, integrando natureza e tecnologia em prol da segurança e da eficácia, foram os temas do quarto dia da Semana ABIHPEC de Mercado**. 2022. Disponível em: <https://abihpec.org.br/comunicado/a-evolucao-da-sustentabilidade-na-cadeia-produtiva-de-hppc-integrando-natureza-e-tecnologia-em-prol-da-seguranca-e-da-eficacia-foram-os-temas-do-quarto-dia-da-semana-abihpec-de-mercado/>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- AMADIO, Emanuele; NARDONE, Giulia Nerina; RAGUSA, Irene; ZANATTA, Samuele; BERTIN, Walter. Spirulina for Skin Care: a bright blue future. **Cosmetics**, 14 jan. 2021, p. 19.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 07, de 10 de fevereiro de 2015. Dispõe sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes e dá outras providências. **Diário oficial da união**. 2015.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2008.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: ANVISA, 2004.
- BRITO, Daniel Santana. **Desenvolvimento e caracterização de máscara capilar contendo óleo de coco (Cocos nucifera L.)**. 2018. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade Federal de Sergipe, Lagarto, 2018.
- FERNANDES, Claudia Regina; AMIRALIAN, Luciana. Fundamentos da Cosmetologia: condicionadores. **Cosmetics Online**, Osasco, Sp, v. 30, p. 28-30, abr. 2018
- FERNANDES, Dulce Maria Ferreira. **Cosmética capilar: Estratégias de veiculação de ingredientes ativos**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013.
- FERREIRA, Mariana Martins. **Spirulina: Uma Revisão**. 2020. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Pato de Minas, 2020.
- FURTADO, Ariane Schmidt. **Produção, avaliação e aplicação de filmes nanocompósitos obtidos a partir de extrato proteico da microalga *Spirulina platensis***. 2013. 146 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Furg, Rio Grande, 2013.

GALEMBECK, Fernando; CSORDAS, Yara. **Cosméticos: a química da beleza**. Rio de Janeiro: Sala de Leitura, 2009. 38 p.

HELEN, Ivony; HADINOTO, Idajani; HADISOEWIGNYO, Lannie; SOEGIANTO, Lisa. Effect of Various Concentration of Vegetable Protein in Hair Mask on The Hair Texture. **Indonesian Journal Of Cancer Chemoprevention**, 28 fev. 2011. p.159-168.

KHAN, Kaleem; MADNANI, Nina. Hair cosmetics. **Indian Journal Of Dermatology, Venereology, And Leprology**. Mumbai, set. 2013. Seção 5, p. 654-667.

MACHADO, Ana Carolina Henriques Ribeiro; SILVA, Vânia Rodrigues Leite e; SUZUKI, Yanna Oliveira Fancio. **Guia para aulas práticas: manual de inovação em cosmetologia**. São Paulo: Livro On Demand, 2020.

MANOEL, Inocência. Inoar (org.). **PH para cabelo crespo: Como escolher o produto ideal?** 2020. Disponível em: <https://inoar.com/04/12/2020/ph-cabelo-crespo-escolher-produto-ideal/#:~:text=pH%20ideal%20da%20m%C3%A1scara%20capilar&text=Portanto%20as%20m%C3%A1scaras%20devem%20ter,n%C3%A3o%20desejado%20sobre%20os%20fios>. Acesso em: 07 nov. 2022.

MATHYS, A.; LEEB, E.; SURBER, J.; REINEKE, K.; BÖCKER, L.; ORTMANN, S.. Biphasic short time heat degradation of the blue microalgae protein phycocyanin from *Arthrospira platensis*. **Innovative Food Science And Emerging Technologies**. p. 116-121. nov. 2018.

MATIELLO, Aline. A.; FARIAS, Gabriela. D.; HIGUCHI, Celio. T. **Princípios ativos em estética**. Porto Alegre: Grupo A, 2019. 9788595027329. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595027329/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

MATIELLO, Aline. A.; RODRIGUES, Paula. A.; SIMÃO, Daniele.; MARCUZZO, Miquela.; SAHD, Claudia. S. **Cosmetologia aplicada II**. Porto Alegre: Grupo A, 2019. 9788595029965. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595029965/>. Acesso em: 21 nov. 2021.

NOVAK, Alessandra Cristine. **Evaluation of the Cosmetic Potential of the Cyanobacterium *Spirulina platensis***. 2013. 87 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Processo Biotecnológico, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SANCHES, Paola de Souza. **Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo pigmento natural obtido de *arthrospira platensis* e avaliação do efeito na fibra capilar antes e após irradiação ultravioleta**. 2019. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Aplicadas A Produtos Para Saúde, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

SAYARI, Adel; KARRAY, Aida; SAAD, Hajer Bem; KRAYEM, Najeh. *Spirulina platensis*, *Punica granatum* peel, and moringa leaves extracts in cosmetic formulations: an integrated approach of in vitro biological activities and acceptability

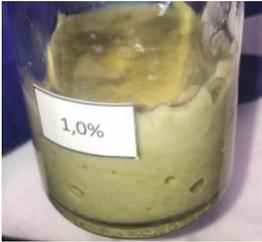
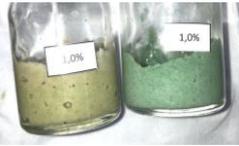
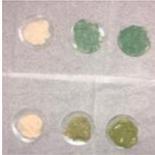
studies. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 28, n. 7, p. 8802-8811, 17 out. 2020.

SCHWINN, Alessandra; OLIVEIRA, Elizangela Gonçalves de; ROSA, Gabriela Silveira da; MORAES, Mariana Agostini de; PINTO, Almeida. **Avaliação das características do produto final obtido na secagem da microalga *Spirulina platensis* em camada delgada**. 2007. UFRGS, Porto Alegre, 2007.

SILVA, Leticia Nakamura; LEITE, Marcella Gabarra Almeida; CAMPOS, Patricia Maria Berardo Gonçalves Maia. Development of hair care formulations containing *Spirulina platensis* and *Ascophyllum nodosum* extracts. **International Journal Of Phytocosmetics And Natural Ingredients**, Ribeirão Preto, 27 dez. 2019, p. 5.

## **Apêndice A - Imagens dos protótipos durante o estudo de estabilidade**

Fotos - Dia 1			
Comparação - PP, PT1, PT1,5, respectivamente			
45°C			
			
5°C			
			
PP - Luz Direta e Indireta	PT1 - Luz Direta e Indireta	PT1,5 - Luz Direta e Indireta	Luz Direta e Indireta - Comparação - PP, PT1, PT1,5, respectivamente
 	 	 	

Fotos - Dia 3			
PT1 45°C	PT1,5 45°C	Comparação - PP, PT1, PT1,5, respectivamente 45°C	Comparação - PT1 e PT1,5, respectivamente 45°C
			
		5°C 	
45°C e 5°C 	45°C e 5°C 	45°C e 5°C 	
Luz Direta - Comparação - PP, PT1, PT1,5, respectivamente			Luz Direta
			
Luz Indireta - Comparação - PP, PT1, PT1,5, respectivamente			Luz Indireta
			
Luz Indireta e Direta, respectivamente			Luz Direta e Indireta
			



Fotos - Dia 14			
PP	PT1	PT1,5	Comparação - PP, PT1, PT1,5, respectivamente
45°C 	45°C 	45°C 	45°C 
5°C 	5°C 	5°C 	5°C 
45°C e 5°C 	45°C e 5°C 	45°C e 5°C 	45°C e 5°C 
Luz Direta 	Luz Direta 	Luz Direta 	Luz Direta 
Luz Indireta 	Luz Indireta 	Luz Indireta 	Luz Indireta 
Luz Direta e Indireta 	Luz Direta e Indireta 	Luz Direta e Indireta 	Luz Direta e Indireta 
Comparação - PT1, PT1,5, respectivamente			
45°C - PT1 e PT1,5, respectivamente 			
5°C - PT1,5 e PT1, respectivamente 			
Luz Direta - PT1 e PT1,5, respectivamente 			
Luz Indireta - PT1 e PT1,5, respectivamente 			

Fotos - Ciclos de congelamento e descongelamento				
PP 45°C/5°C	PT1 45°C/5°C	PT1,5 45°C/5°C	Comparação - PP, PT1, PT1,5, respectivamente 45°C/5°C	Comparação - 1% e 1,5% 45°C/5°C
PP -5°C/45°C	PT1 -5°C/45°C	PT1,5 -5°C/45°C	Comparação - PP, PT1, PT1,5, respectivamente -5°C/45°C	Comparação - 1% e 1,5% -5°C/45°C
Comparação - Ciclo 45°C/5°C e Ciclo -5°C/45°C				