

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

ELAINE CRISTINA CASTRO ALMEIDA

USO DO PÓ DAS FOLHAS DO MELÃO DE SÃO CAETANO (*Momordica charantia* L.), OBTIDO POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA, EM FORMULAÇÕES COSMÉTICAS CAPILARES

JOÃO PESSOA - PB
2022

ELAINE CRISTINA CASTRO ALMEIDA

USO DO PÓ DAS FOLHAS DO MELÃO DE SÃO CAETANO (*Momordica charantia* L.), OBTIDO POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA, EM FORMULAÇÕES COSMÉTICAS CAPILARES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba em cumprimento dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química.

Orientadora: Profa. Dra. Josilene de Assis Cavalcante
Coorientadora: Profa. Dra. Melânia Lopes Cornélio

**JOÃO PESSOA - PB
2022**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A447u Almeida, Elaine Cristina Castro.

Uso do pó das folhas do melão de São Caetano
(*Momordica charantia* L.), obtido por secagem em camada
de espuma, em formulações cosméticas capilares / Elaine
Cristina Castro Almeida. - João Pessoa, 2022.

93 f. : il.

Orientação: Josilene de Assis Cavalcante.

Coorientação: Melânia Lopes Cornélio.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Engenharia Química. 2. Isotermas. 3. Xampu. 4.
Condicionador. 5. Cosméticos. I. Cavalcante, Josilene
de Assis. II. Cornélio, Melânia Lopes. III. Título.

UFPB/BC

CDU 66.0:665.585(043)

ELAINE CRISTINA CASTRO ALMEIDA

USO DO PÓ DAS FOLHAS DO MELÃO DE SÃO CAETANO (*Momordica charantia* L.), OBTIDO POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA, EM FORMULAÇÕES COSMÉTICAS CAPILARES

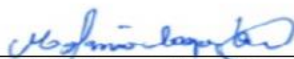
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba em cumprimento dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Química.

Aprovada em 28 de março de 2022

BANCA EXAMINADORA



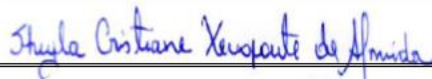
Prof.ª. Dra. Josilene de Assis Cavalcante – PPGEQ/CT/UFPB
(Orientadora)



Prof.ª. Dra. Melânia Lopes Cornélio - DEQ/CT/UFPB
(Coorientadora)



Prof.ª. Dra. Lígia Maria Ribeiro Lima – DESA/CCT/UEPB
(Examinadora externa)



Prof.ª. Dra. Sheyla Cristiane Xenofonte de Almeida – Estácio FMJ
(Examinadora externa)

Aos meus pais,
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e forças para superar todas as dificuldades e alcançar esse objetivo, mesmo quando eu achava que não era possível.

À minha mãe, Tereza Newmann, por todo amor, cuidado e companhia durante o trabalho. Ao meu pai, Valter Almeida, por toda a ajuda ofertada durante os experimentos, principalmente nas retiradas das folhas. Obrigada por acreditarem no meu potencial.

Ao meu namorado, Elyson Duarte, por se fazer presente em todas as situações. Ficar comigo nos momentos difíceis; pela sua companhia nos dias de laboratório e pelos constantes incentivos a não desistir. Quase um mestre em Engenharia Química também, já que acompanhou tudo de perto.

Aos meus avôs, Miguel Medeiros e Alice Bezerra, que me apoiaram durante toda a jornada. E a Maria Dilma (*In memoriam*) e Valdemiro Almeida (*In memoriam*) que tenho certeza de que me mandaram forças para continuar.

À minha orientadora Profa. Dra. Josilene, pela orientação, ensinamentos, cuidado e por ter acreditado em mim quando eu mesma não acreditava, além de me acalmar durante os meus aperreios. Obrigada, professora!

À minha coorientadora Profa. Dra. Melânia por ter confiado mais uma vez em mim e me ajudado durante todos os testes. Obrigada por toda paciência nas sextas e pela amizade que quero levar para a vida toda.

À Profa. Dra. Lígia Maria e a Profa. Dra. Sheila Cristiane por ter aceitado o convite para participar da banca e pelas contribuições ofertadas para este trabalho.

Aos técnicos: Cleidiana, Débora, Tarsila e Rafael que não mediram esforços para me ajudar nas análises, principalmente na reta final.

A todos os professores e todos os servidores da coordenação do PPGEg pelos conhecimentos compartilhados, atenção e gentileza, sempre dispostos a ajudar.

À minha cunhada Ellen Duarte. Obrigada por ter me ajudado incondicionalmente para a elaboração deste trabalho. Você é incrível e foi essencial nessas últimas semanas.

À minha psicóloga, Ana Cecília, por ter, literalmente, tornado a jornada do mestrado mais leve e que sempre acreditou que eu ia chegar lá. Sim, eu cheguei!

À Val, que tive o prazer de conhecer esse ano, e que me ajudou muito nas pesagens. Companheira de laboratório.

À minha amiga Iasmyn Costa, que está comigo desde a graduação e seguimos juntas nessa jornada.

À Jéssica Kelly, por me auxiliar nos procedimentos iniciais e por sempre me acalmar em momentos de ansiedade.

À Paloma, por toda ajuda com os cálculos das isothermas e muitas por muitas vezes me auxiliar na escrita do trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este dia chegasse, muito obrigada.

L'Homme se découvre quand il se mesure à l'obstacle.

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

O melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.) é uma planta pertencente à família cucurbitaceae. Teve sua origem na Ásia e atualmente é considerada planta invasora de países tropicais e subtropicais, devido a rápida adaptação nessas regiões. Folhas, flores e frutos apresentam composição química e nutricional significativa e atividades como antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória já foram comprovadas em diversas partes dessa planta. A demanda global por cosméticos naturais está crescendo consideravelmente nos últimos anos, impulsionada por tendências de sustentabilidade e bem-estar. Os consumidores passam a ter interesse em matérias-primas de origem natural que agreguem valor ao produto final. O processo de secagem é de grande importância para assegurar qualidade e estabilidade de espécies vegetais, diminuindo o risco de proliferação de microrganismos, uma vez que ocorre a redução de água, presente no material. Entre as diversas técnicas de secagem, a em camada de espuma vem sendo muito estudada devido ao seu baixo custo e alta eficiência na remoção da umidade. O presente trabalho teve como objetivo obter o pó das folhas do melão de São Caetano, a partir da secagem em camada de espuma, para posterior utilização em formulações cosméticas capilares. Para caracterização físico-química do pó obtido foram realizadas análises de pH, cinzas, umidade, solubilidade, acidez total titulável, medida de brix e lipídeos, além das determinações de ácido ascórbico, compostos fenólicos e granulometria. As isotermas de adsorção desenvolveram-se seguindo uma adaptação do método proposto por Spiess e Wolf (1987). Foram pesadas amostras com 0,5 g e levadas para leitura de atividade de água, no tempo inicial e em intervalos regulares de tempo. As temperaturas desse estudo foram de 15; 30 e 45 °C. Para o desenvolvimento do xampu e condicionador utilizaram-se as concentrações de 0,5; 1,5 e 2,0% do pó. As isotermas apresentaram valores estatisticamente significativos e se ajustaram para os modelos BET linear, Oswin e Peleg, quando analisados de forma individual e agrupadas. O pó obtido apresentou uma média de 10,15% de umidade e uma taxa de solubilidade muito baixa, quando comparado com outros materiais. O teor de lipídeos, vitamina C e compostos fenólicos apresentaram resultados superiores a alguns encontrados na literatura para outros estudos. Para comparar os efeitos do agente espumante utilizado, foi realizado uma secagem por liofilização. A eficiência das formulações foi avaliada por meio de testes de espuma e tensão superficial, para os xampus, e por testes de penteabilidade e mechas de diferentes tipos de cabelo. As espumas e tensões superficiais das formulações desenvolvidas se equipararam a produtos de mercado. Para a penteabilidade, as concentrações de 1,5 e 2,0% obtiveram os melhores resultados. Ao analisar o brilho, todas as concentrações utilizadas se mostraram eficientes. No estudo de estabilidade acelerada, o xampu se mostrou instável ao longo das semanas, sendo necessário um ajuste de fórmula. O condicionador se apresentou estável, sem nenhuma alteração na viscosidade, apenas uma leve mudança no pH. A partir do que foi observado, o pó das folhas do melão de São Caetano pode ser uma alternativa para a utilização como ativo em formulações cosméticas.

Palavras-chave: isotermas; xampu; condicionador; cosméticos.

ABSTRACT

The São Caetano melon (*Momordica charantia* L.) is a plant belonging to the cucurbitaceae family. It originated in Asia and is currently considered an invasive plant in tropical and subtropical countries, due to its rapid adaptation in these regions. Leaves, flowers and fruits have significant chemical and nutritional composition and activities such as antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory have already been proven in several parts of this plant. Global demand for natural cosmetics has been growing considerably in recent years, driven by sustainability and wellness trends. Consumers become interested in raw materials of natural origin that add value to the final product. The drying process is of great importance to ensure the quality and stability of plant species, reducing the risk of proliferation of microorganisms, since there is a reduction in water present in the material. Among the various drying techniques, the foam layer has been widely studied due to its low cost and high efficiency in removing moisture. The objective of this work was to obtain powder from the leaves of São Caetano melon, from drying in a foam layer, for later use in hair cosmetic formulations. For physicochemical characterization of the obtained powder, analyzes of pH, ash, moisture, solubility, total titratable acidity, measurement of brix and lipids, in addition to determinations of ascorbic acid, phenolic compounds and granulometry were performed. Adsorption isotherms were developed following an adaptation of the method proposed by Spiess and Wolf (1987). Samples were weighed with 0.5 g and taken for water activity reading, at the initial time and at regular time intervals. The temperatures in this study were 15; 30 and 45°C. For the development of shampoo and conditioner, concentrations of 0.5; 1.5 and 2.0% of the powder. The isotherms showed statistically significant values and were adjusted for the linear, Oswin and Peleg BET models, when analyzed individually and in groups. The obtained powder presented an average of 10.15% of humidity and a very low solubility rate, when compared with other materials. The content of lipids, vitamin C and phenolic compounds showed better results than some found in the literature for other studies. To compare the effects of the foaming agent used, a lyophilization drying was performed. The efficiency of the formulations was evaluated by means of foam and surface tension tests, for shampoos, and by combability tests and strands of different hair types. The foams and surface tensions of the formulations developed were equivalent to market products. For combing, concentrations of 1.5 and 2.0% obtained the best results. When analyzing the brightness, all the concentrations used proved to be efficient. In the accelerated stability study, the shampoo proved to be unstable over the weeks, requiring a formula adjustment. The conditioner was stable, with no change in viscosity, just a slight change in pH. From what has been observed, the powder of São Caetano melon leaves can be an alternative for use as an active in cosmetic formulations.

Keywords: isotherms; shampoo; conditioner; cosmetics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 AS CUCURBITÁCEAS	13
3.1.1 Melão de São Caetano (Momordica charantia L.).....	14
3.1.2 Informações químicas e nutricionais	15
3.1.3 Propriedades e aplicações.....	17
3.2 USO DE PLANTAS MEDICINAIS EM PRODUTOS COSMÉTICOS	18
3.3 ANATOMOFISIOLOGIA CAPILAR	19
3.3.1 A Estrutura da fibra capilar	20
3.3.2 Fisiologia do cabelo.....	25
3.4 PRODUTOS COSMÉTICOS CAPILARES	26
3.4.1 Xampus.....	26
3.4.2 Condicionadores	28
3.5 SECAGEM	30
3.5.1 Secagem em camada de espuma.....	31
3.5.2 Isotermas de sorção	32
4 MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.1 COLETA DA MATÉRIA-PRIMA	36
4.2 PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA E PRODUÇÃO DO SUCO	36
4.3 SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA.....	37
4.3.1 Obtenção do pó por meio da secagem em camada de espuma	37
4.3.2 Isotermas de adsorção.....	37
4.3.3 Ajustes dos modelos matemáticos aos dados experimentais.....	38
4.4 SECAGEM POR LIOFILIZAÇÃO.....	38
4.5 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS PÓS OBTIDOS	39
4.5.1 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)	39
4.5.2 Determinação do teor de umidade	39
4.5.3 Determinação do índice de solubilidade em água (ISA)	39
4.5.4 Determinação de sólidos solúveis totais – SST (°Brix).....	40
4.5.5 Determinação da acidez total titulável (ATT)	40

4.5.6 Determinação do teor de lipídeos	40
4.5.7 Determinação de ácido ascórbico (vitamina C).....	41
4.5.8 Obtenção do extrato.....	42
4.5.9 Determinação dos compostos fenólicos	42
4.5.10 Análise Granulométrica.....	42
4.5.11 Determinação do teor de cinzas (%).....	43
4.6 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES COSMÉTICAS CONTENDO O PÓ DAS FOLHAS DO MELÃO DE SÃO CAETANO	43
4.6.1 Formulação e Procedimento de Obtenção do Xampu	43
4.6.2 Formulação e Procedimento de Obtenção do Condicionador	44
4.7 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FORMULAÇÕES COSMÉTICAS OBTIDAS..	45
4.7.1 Determinação do pH.....	45
4.7.2 Medição da tensão superficial	45
4.7.3 Avaliação do poder de espuma.....	45
4.7.4 Estudo de estabilidade acelerada	46
4.8 AVALIAÇÃO COM DIFERENTES TIPOS DE MECHAS	47
4.7.1 Procedimento para a lavagem das mechas	48
4.7.2 Teste de penteabilidade e comprimento dos fios.....	48
4.7.3 Análise de brilho dos fios	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
5.1 SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA.....	65
5.1.1 Isotermas de adsorção e aplicação dos modelos matemáticos	66
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PÓS OBTIDOS	72
5.2.1 Análise granulométrica.....	76
5.3 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES COSMÉTICAS CONTENDO O PÓ DO MELÃO DE SÃO CAETANO.....	77
5.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FORMULAÇÕES COSMÉTICAS OBTIDAS..	78
5.4.1 Determinação do pH.....	78
5.4.2 Medição da tensão superficial	78
5.4.3 Avaliação do poder de espuma.....	79
5.4.4 Estudo da estabilidade acelerada das formulações obtidas	83
5.5 ESTUDO COM DIFERENTES TIPOS DE MECHAS	87
5.5.1 Teste de penteabilidade e comprimento dos fios.....	87
5.5.2 Análise de Brilho	91
6 CONCLUSÕES.....	77

REFERÊNCIAS..... 79

1 INTRODUÇÃO

O uso de plantas com fins medicinais, para tratamento, cura e prevenção de doenças, é uma das mais antigas formas de prática medicinal da humanidade. Por apresentarem um apelo tecnológico e econômico, além das suas múltiplas funcionalidades, parte das plantas também podem ser utilizadas como ingredientes ativos no setor cosmético. Com um aumento da demanda da utilização de plantas medicinais pela população, o cultivo e/ou extrativismo torna-se uma alternativa cada vez mais importante (COSTA, JESUS e MARICSO, 2021; PINTO e MACIEL, 2005; RATES, 2001).

O melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.) é uma planta pertencente à família cucurbitaceae, que é encontrada em diversas regiões do mundo por apresentar grande facilidade de cultivo. Estudos na literatura já comprovaram a eficácia de extratos de várias partes dessa planta no tratamento de inúmeras doenças e patologias (NEPOMOCENO e PIETROBON, 2018). Além da relevância medicinal, o melão de São Caetano apresenta uma excelente importância nutricional, com folhas e frutos ricos em vitaminas e minerais, compostos fenólicos, açúcares redutores, possibilitando a sua utilização em outros seguimentos (SARAIVA e FARIÑA, 2020; KWATRA et al., 2016).

Muitas empresas têm tentado integrar os princípios e práticas do desenvolvimento sustentável em seu contexto de negócio, conciliando as dimensões econômica, social e ambiental da sustentabilidade à exploração do extenso potencial da biodiversidade, de modo a obter ganhos e benefícios. É diante desse contexto que as empresas procuram acompanhar e aproveitar o uso econômico dessa riqueza para a confecção de produtos com o apelo natural e que tem atraído cada vez mais os clientes (FERRO, BONACELLI e ASSAD, 2006).

A demanda global por cosméticos naturais está crescendo consideravelmente nos últimos anos, impulsionada por tendências de sustentabilidade e bem-estar. O consumo responsável começa a fazer parte da agenda do consumidor de produtos cosméticos, que está migrando, em diferentes graus, para uma experiência de beleza mais natural (BERBARE, 2019). Para não perder público e nem competitividade, as empresas acabam investindo em pesquisa e desenvolvimento para descobrir ativos de origem natural e que sejam atrativos para o consumidor.

O cabelo é um componente marcante da imagem do corpo, apresentando uma grande importância na inserção social, autopercepção e como parte da identidade do indivíduo. Além

disso, é uma das características físicas que podem ser alteradas facilmente, como troca de cor, comprimento e forma (BOLDUC e SHAPIRO, 2001).

Danos diários, como descoloração capilar, alisamentos, poluição, ato de pentear, higienização e fatores endógenos contribuem para as alterações da estrutura capilar, diminuindo a resistência do fio à quebra e impactando na sensação ao toque e brilho. Sendo assim, práticas como alisamentos químicos, descoloração, tintura, acabam levando a perda significativa de aminoácidos essenciais, com isso, o fio torna-se mais susceptível à eletricidade estática e frizz, além de perder importantes atributos sensoriais, como sedosidade e brilho (ARAÚJO, 2015; MIRANDA-VILELA, BOTELHO e MUEHLAMANN, 2014; KHUMALO et al., 2010). A *Momordica charantia* L. é uma espécie que tem sido foco da comunidade científica por ser abundante na vegetação e ser predominante na medicina popular há muitos anos. Algumas pesquisas encontradas na literatura mostraram atividades antioxidantes, cito-protetoras e anti-melogênicas significativas da planta, indicando um potencial promissor para a utilização em produtos cosméticos. (LEELAPRAKASH, 2011; ZOCOLER et al., 2006).

Na maioria dos casos, as plantas medicinais, como é o caso do melão de São Caetano, apresentam uma vida útil reduzida, devido à ação dos microrganismos e das reações químicas e enzimáticas que deterioram o material, impedindo o seu armazenamento por longos períodos (MARTINS et al., 2015; TABALDI et al., 2012). Dessa forma, a secagem é uma técnica de baixo custo e bastante utilizada para a conservação desses produtos, pois diminui a disponibilidade de água para as reações de deterioração, aumentando a estabilidade e reduzindo o volume do material (MELO, 2013).

A secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) é uma técnica de secagem bastante utilizada, que consiste em transformar materiais líquidos, em geral alimentos, em pó, por meio da utilização de agentes emulsificantes. Apresenta algumas vantagens como a simplicidade do processo, custo operacional menor, secagem mais rápida e possibilita o uso de temperaturas mais baixas, o que auxilia na preservação do sabor e valor nutricional do material (MARQUES, 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Obter o pó das folhas do melão de São Caetano, a partir da secagem em camada de espuma, para uso em formulações cosméticas capilares.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a caracterização físico-química para os pós das folhas do melão de São Caetano obtido por secagem em camada de espuma e por liofilização, a fim de compara-los.
- Fazer as isotermas de adsorção para as temperaturas 15, 30 e 45 °C.
- Desenvolver formulações cosméticas de xampu e condicionador para os cabelos contendo diferentes concentrações do pó das folhas do melão de São Caetano.
- Analisar a estabilidade das formulações desenvolvidas por meio do estudo da estabilidade acelerada.
- Realizar um estudo com diferentes tipos de mechas para verificar os benefícios dos produtos formulados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 AS CUCURBITÁCEAS

A família Cucurbitaceae, pertencente à ordem Cucurbitales, possui aproximadamente 97 gêneros e 950 espécies. Considerada uma das plantas mais antigas utilizadas pelo homem, apresentam uma ampla distribuição mundial, em especial no Sudeste da Ásia, África do sul e Madagascar (MACHADO e COSTA, 2019).

Contam com uma alta plasticidade nos caracteres morfológicos, sendo predominantemente herbáceas, anuais ou perenes, monóicas, com gavinhas espiraladas e muitas vezes ramificadas. As folhas podem ser simples, serradas e possuírem dentes cucurbitóides. O fruto é normalmente um pepônio, podendo ser também um bacóide, capsular (*Luffa*) ou uma cápsula carnosa. As sementes são achatadas, apresentando muitas camadas (SANTOS, 2018; JUDD et al., 2009)

O Brasil se encontra entre os quinze maiores produtores mundiais de algumas espécies de Cucurbitaceae, cultivadas principalmente para fins alimentares, aromáticos, medicinais, ornamentais ou como fonte de matéria-prima para diversos produtos, tornando-se economicamente importante. As plantas pertencentes a família Cucurbitaceae apresentam uma importante fonte de vitaminas e minerais, especialmente vitamina A e C, possuem diversos compostos com potencial terapêutico e alguns estudos comprovaram a presença de alcalóides e saponinas triterpênicas (MACHADO e COSTA, 2019; BHARATHI e JOHN, 2013; JUDD et al., 2009; ROMANO et al., 2008).

As principais espécies cultivadas em solo brasileiro são: as abóboras (*Cucurbita máxima*, *Cucurbita moschata*, *Cucurbita pepo*), chuchus (*Sechium edule*), melancias (*Citrullus lanatus*), melões (*Cucumis melo*), pepinos (*Cucumis sativus*), bucha vegetal (*Luffa cylindrica*), porongos e cabaças (*Lagenaria siceraria*), kino ou kiwano (*Cucumis metuliferus*), maxixe (*Cucumis anguria*), melão-de-cheiro (*Sicana odorífera*) e o melão de São-Caetano (*Momordica charantia* L.). Sendo a *Momordica charantia* L. a espécie que apresenta na literatura o maior número de estudos, em razão do potencial biológico provenientes de seus extratos e compostos isolados (MACHADO e COSTA, 2019; SANTOS, 2018).

3.1.1 Melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.)

A espécie *Momordica charantia* L., popularmente conhecida por diversos nomes, como melão de São Caetano, melãozinho, balsamina-longa, erva de lavadeira, erva de São Caetano, fruto de cobra, fruto negro, entre outros, teve sua origem na Ásia, tendo se alastrado pelo mundo, e atualmente é considerada uma planta invasora em todos os países de clima tropical e/ou subtropical. A planta é facilmente reconhecida por suas folhas multipartidas, pequenas flores amarelas isoladas e por seus frutos fusiformes, que quando maduros, se abrem expondo as sementes revestidas de um arilo vermelho luzidio (GUARNIZ, 2020; SANTOS, 2018; ASSIS et al., 2015; WIN, KIM e JUNG, 2014; SPADOTTI, 2013; RODRIGUES et al., 2010; BRAGA et al., 2007; DI STASI; HIRUMA-LIMA, 2002; JORGE, SAKUMA e INOMATA, 1992).

A lâmina foliar conta com 7,2 a 10,5 cm de comprimento, são alternas, membranáceas, com cinco a sete lobos ovado-oblongos, estreitos na base, dentadas, com face superior levemente pubescente e a inferior mais densamente pilosa ao longo das nervuras. As gavinhas simples, delicadas e longas. As folhas apresentam coloração nas duas faces, sendo um pouco mais clara na face abaxial. Suas flores são axilares, solitárias, longo-pedunculadas, unissexuais, de coloração amarela. Os frutos são comestíveis, sendo cultivados para esse fim na China e no sul da África, apresentam uma tonalidade verde quando imaturo e de tom alaranjado quando maduro, sendo parecido com um pepino pequeno com textura espinhosa (KWATRA et al., 2016; FERNANDES et al., 2009; ZOCOLER et al., 2006; JORGE; SAKUMA; INOMATA, 1992). As folhas e flores podem ser observadas na Figura 3.1, tirada de plantações locais em João Pessoa.

Figura 3.1 - Folhas e flores do melão de São Caetano.



Ao longo dos anos, as plantas medicinais foram reconhecidas devido a sua grande importância para a saúde dos indivíduos e comunidades. Uma grande variedade de plantas já vem sendo utilizada para fins terapêuticos, seja a planta seca ou uma parte específica (raiz, folhas, frutos, flores e sementes). O melão de São Caetano é utilizado na medicina popular em países como China, Colômbia, Cuba, Haiti, México, Malásia, Nova Zelândia, Peru, Nicarágua, Panamá e Brasil (SANTOS, 2018; BAKARE et al., 2010; CORDEIRO et al., 2010).

Preparações de chá com a folha e o caule são utilizadas como hipoglicemiante nas comunidades tradicionais da Bacia do Alto Paraguai e do Vale do Guaporé (MACEDO; FERREIRA, 2004). Na região amazônica, o sumo das folhas é usado como antimalárico. Já na Mata Atlântica, a infusão das partes aéreas da planta é utilizada no tratamento de doenças hepáticas e também como emagrecedor. No sertão Paraibano, o uso dos frutos, flores e raízes é destinado ao tratamento do diabetes, como cicatrizante, contra parasitas e no tratamento de cólica menstruais (SANTOS, 2018; CORDEIRO et al., 2010).

3.1.2 Informações químicas e nutricionais

Por possuir grande relevância nutricional e medicinal e devido ao seu amplo repertório de bioativos, vários estudos já foram realizados para identificar os compostos químicos presentes na *Momordica charantia* L. Vitaminas e minerais nutricionalmente importantes, antioxidantes, saponinas, compostos fenólicos, glicosídeos, óleos alcaloides, açúcares redutores, resinas e ácidos livres já foram encontrados na planta, tanto em seus frutos, como nas folhas (SARAIVA e FARIÑA, 2020; PAHLAVANI et al., 2019; KWATRA et al., 2016).

Alcaloides, catequinas, esteroides e saponinas foram os metabólitos encontrados com maior frequência nas folhas de *Momordica Charantia* L segundo um estudo realizado por Rodrigues et al. (2010). Os resultados da prospecção fitoquímica das folhas dessa espécie encontram-se dispostos na Tabela 3.1

Janeway Junior et al. (2006) relacionaram a ação de saponinas no sistema imunológico com o processo de cicatrização, uma vez que tais substâncias podem causar uma modificação da permeabilidade da membrana, facilitando a passagem de células imunológicas para o local da lesão. As folhas de *Momordica charantia* L. são utilizadas popularmente como cicatrizantes, dessa forma, as saponinas poderiam ser as responsáveis por essa ação. A ação anti-inflamatória, também relatada no uso popular, pode estar relacionada a essa classe de metabólitos (RODRIGUES et al., 2010). Han, Hui e Wang (2008) também evidenciaram a presença de

saponinas em *Momordica charantia*, coletada na China, relacionando-as a ação hipoglicemiante desta espécie.

Tabela 3.1 - Resultados da triagem fitoquímica em folhas da espécie *Momordica charantia* L.

Legenda: + = fracamente positivo; ++ = moderadamente positivo; +++ = fortemente positivo; - = negativo; NR = teste não realizado

Constituintes	Folhas Frescas	Extrato hidrofílico	Extrato lipofílico
Fenóis	NR	+	-
Antocianinas e Antocianidinas	NR	-	-
Flavonas, Flavonóis, Xantonas	NR	-	-
Flavononóis, Chalconas, Auronas	NR	-	-
Leucoantocianidinas	NR	-	-
Catequinas	NR	+++	-
Confirmatório de catequinas	NR	++	NR
Flavanonas	NR	-	-
Esteroides	NR	+++	+++
Triterpenóides	NR	-	-
Saponinas	NR	+++	NR
Confirmatório de saponinas	NR	+++	NR
Resinas	NR	-	NR
Antraquinonas	NR	NR	-
Cumarinas	NR	NR	-
Heterosídeos cianogênicos	-	NR	NR
Alcaloides	++	+	-
Taninos	NR	-	-

Fonte: Rodrigues et al. (2010).

Os testes para alcaloides foram consideravelmente significativos nas folhas “*in natura*” nos resultados obtidos por Rodrigues et al. (2010). Um estudo sobre a histologia e bioquímica do melão de São Caetano realizado por Jorge, Sakuma e Inomata (1992) citam os alcaloides como compostos característicos em espécies da família Cucurbitaceae. Os alcaloides formam uma classe de metabólitos secundários estruturalmente bastante diversificada que se caracterizam por apresentar uma ampla gama de atividades biológicas como: anticolinérgica, emética, antimalárica, anti-hipertensivo, hipnoanalgésica, amebicida, estimulante do SNC,

antiviral, miorrelaxante, anestésica, antitumoral, antitussígeno, colinérgica, dentre outras (BARBOSA-FILHO et al., 2006).

Jorge, Sakuma e Inomata (1992) também determinaram os teores de vitaminas do complexo B, vitamina C, vitamina E e beta caroteno, nos frutos e nas partes vegetativas, considerando folhas e flores. Os valores encontrados para as partes vegetativas são superiores ao encontrado nos frutos, sendo esse resultado bastante promissor para a utilização das plantas do melão de São Caetano em novos seguimentos industriais. Resultados semelhantes para os teores de vitaminas foram obtidos por Bakare et al. (2010). Sendo a vitamina C, ácido fólico e vitamina B₁₂ com os melhores resultados: 66000.00 ± 141.42 , 20600.00 ± 42.43 , 5355.00 ± 7.10 , respectivamente.

3.1.3 Propriedades e aplicações

A aplicação de várias partes do melão de São Caetano é amplamente citada na literatura, sendo inúmeros efeitos observados. O melão amargo, como é conhecido o seu fruto, foi estudado experimentalmente para alcançar um efeito de açúcar “positivo”, auxiliando no efeito regulador, suprimindo a resposta neural a estímulos de sabor doce e também manter as funções do corpo funcionando normalmente. Outros usos de partes da planta incluem expulsão de gases, tratamento de feridas, reumatismo, malária, corrimento vaginal, e tumores. O chá das folhas é usado para o tratamento de diabetes. As sementes e raízes podem ser usadas para induzir o aborto e em preparações afrodisíacas. Atividades antibacterianas e antioxidantes também foram encontradas nas folhas (SARAIVA e FARIÑA, 2020; BASIT et al., 2018; LEELAPRAKASH et al., 2011; BAKARE et al., 2010; GROVER e YADAV, 2004).

Costa et al. (2011) comprovou o efeito antimicrobiano de extratos das folhas frescas e secas do melão de São Caetano contra todas as cepas testadas, especialmente a *E.coli*. Leelaprakash et al. (2011) investigou os potenciais efeitos antimicrobianos e antioxidantes *in vitro* dos extratos aquoso e metanólico das folhas da *Momordica charantia* L. Devido a rica presença de fitoquímicos em suas folhas, possuem efeitos contra os radicais livres. A redução dos efeitos desses radicais diminui consideravelmente a destruição celular, o que possibilita a neutralização dos efeitos adversos oriundos de processos oxidativos (SARAIVA e FARIÑA, 2020).

Na pesquisa realizada por Park et al. (2019) foi analisado o efeito do extrato metanólico da *Momordica charantia* L, preparado a partir de 100 g das folhas secas, coletadas

na Coreia, na proteção da pele e, ainda a atividade protetora, em que foi examinado seus efeitos antioxidante e citoprotetor, hidratação e atividades de antipigmentação, em queratinócitos HaCaT, fibroblastos NIH3T3 e melanócitos B16F10. Com os resultados obtidos os autores concluíram que o extrato metanólico da *Momordica charantia* desempenha um importante papel protetor contra vários tipos de estresses que são prejudiciais a pele e sugerem que ele pode ter um potencial aplicação em preparações cosméticas.

Zubair et al. (2018) analisou em sua pesquisa a potencial aplicação do óleo extraído das sementes do melão de São Caetano em formulações cosméticas antissépticas. O estudo consistiu no desenvolvimento de um sabão, com a adição do óleo, que indicou a beneficidade do uso na prevenção de doenças relacionadas a pele, infecção microbiana, envelhecimento da pele, possivelmente devido à atividade sinérgica de componentes do óleo e aditivos naturais. O extrato aquoso e metanólico das folhas da *Momordica charantia* L. também foi avaliado por Adrianto et al. (2016) para possível utilização como cosméticos faciais de limpeza, sendo promissora a utilização da planta para esse fim, principalmente devido a resposta à atividade antimicrobiana, que obteve resultados semelhantes aos já mencionados.

3.2 USO DE PLANTAS MEDICINAIS EM PRODUTOS COSMÉTICOS

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão regulamentador do setor de cosméticos no país, classifica os Produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos como preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo, nas diversas partes do corpo humano: pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes, membranas mucosas da cavidade oral; e apresentam como objetivo exclusivo ou principal de limpeza, perfumar, alterar a aparência e/ou corrigir odores corporais, a fim de protegê-los e mantê-los em bom estado (BRASIL, 2015).

O crescimento e cuidado com a saúde tem aumentado as demandas por novos produtos. Atualmente, os consumidores de cosméticos tendem a procurar produtos cuja formulação apresente ingredientes naturais, que agreguem função à fórmula e/ou possam substituir matérias-primas sintéticas já utilizadas no mercado (CHAVES et al., 2020; CHIN et al., 2018; YANG, 2017; RAWAT e GARGA, 2012; CERVELLON e CAREY, 2011). Diante desse panorama, a busca por matérias-primas alternativas e tecnologias para a produção de cosméticos estão cada vez mais frequentes entre os pesquisadores e formuladores fazendo com

que empresas e indústrias busquem atualizações para atender aos desejos dos seus clientes finais (SILVA et al., 2019).

As plantas medicinais contribuíram muito desde a antiguidade, quando as pessoas faziam uso para o tratamento de doenças humanas e dos animais. Por apresentarem um apelo tecnológico e econômico, além das suas múltiplas funcionalidades, parte de diversas plantas podem ser utilizadas como ingredientes ativos no setor cosmético. Costa, Jesus e Marisco (2021), em seu estudo, fizeram uma prospecção científica sobre algumas plantas (*Azadirachta indica*, *Terminalia chebula*, *Psidium guajava*, *Pongamia*, entre outras) com potencial para serem utilizadas como matéria-prima na produção de cosméticos. Os estudos analisaram diferentes partes dessas plantas, como extrato das folhas, caule e raízes; sementes, folhas, rizomas e observaram a possibilidade de utilização das plantas nos mais variados produtos do setor, dependendo do composto e da atividade biológica apresentada.

As plantas que apresentam atividade antimicrobiana (goiaba, cravo-da-índia, hortelã-pimenta, etc.), podem ser utilizadas em produtos de higiene oral, auxiliando no combate a cáries e como enxaguantes bucais, ou em cosméticos capilares para tratamento de caspa; as que apresentam atividade antioxidante (fruta-do-conde, alfavaca, braúna, etc.) podem ser incorporados em produtos para a pele, como antirrugas, anti-idades e fotoprotetores (COSTA, JESUS e MARISCO, 2021).

No que se refere à biodiversidade, o Brasil ganha notória força no cenário internacional. As maiores reservas de recursos naturais, os biomas e a rica diversidade biológica encontram-se no país. Estima-se que as terras brasileiras concentram 20% do total mundial de espécies inventariadas, dados referentes até o ano de 2017. Esse patrimônio natural possibilita a utilização de um enorme potencial para variadas experiências de aproveitamento desses recursos vegetais (HENRIQUE e LOPES, 2017).

Pesquisas realizadas com a *Momordica charantia* L. mostraram atividades antioxidantes, cito-protetoras, anti-melogênicas, antimicrobianas significativas. Dessa forma, entende-se que o melão de São Caetano pode apresentar um grande potencial na indústria cosmética, como função de ativo para formulações cosméticas de um modo geral (SARAIVA e FARIÑA, 2020; PARK et al., 2019; BASIT et al., 2018; LEELAPRAKASH et al., 2011; COSTA et al., 2011; BAKARE et al., 2010; GROVER e YADAV, 2004).

3.3 ANATOMOFISIOLOGIA CAPILAR

Os cuidados com os cabelos se modificam de acordo com a cultura, crença, classe social, porém, toda atenção e preocupação com os fios ocorrem desde os primórdios da humanidade, mudando ao longo do tempo, e sofrendo adaptações das inovações proporcionadas pela ciência (RAMOS, 2013). Atualmente há uma grande variedade de produtos cosméticos no mercado que promete a reestruturação da fibra capilar, devolvendo elementos fundamentais para o cabelo que se perderam durante os processos químicos (BEZERRA, ROEWER e ANDRADE, 2020).

Além da sua função estética, os fios possuem função de proteção do couro cabeludo contra radiações solares, evitando queimaduras e mantendo a temperatura corporal constante, diminuindo o atrito com a pele e protegendo os orifícios. Além disso, é importante para a identificação e expressão cultural, aumento da autoestima (saúde psíquica e mental) e bem-estar, para homens e mulheres (SILVA, L.F. 2021; BEZERRA, ROEWER e ANDRADE, 2020).

Os produtos de uso capilar realizam funções não só de limpeza e condicionamento, mas também auxiliam na restauração do cabelo danificado, no controle da oleosidade e na prevenção e tratamento da alopecia, ou seja, queda de cabelo. As indústrias desse seguimento movimentam cerca de US\$70 bilhões por ano globalmente (BONFIM, 2019).

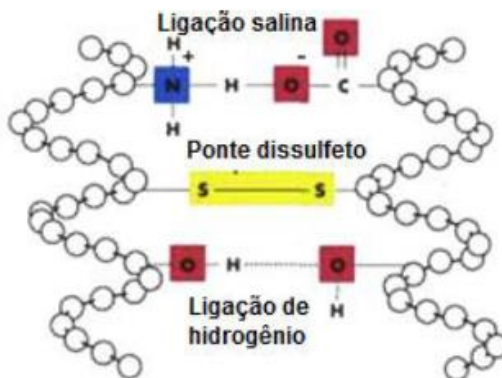
3.3.1 A Estrutura da fibra capilar

O cabelo é uma fibra com diâmetro de 50-100 μm , composta por células mortas, que são preenchidas basicamente por queratina. Os folículos capilares (bulbo capilar ou raiz) estão invaginados no couro cabeludo e são estruturas essenciais no crescimento do cabelo. O fio propriamente dito está localizado na parte externa à pele, resultante de processos de síntese de proteína, alinhamento estrutural e queratinização. O desenvolvimento do fio de cabelo ocorre de forma cíclica e dinâmica que depende não só do local do seu crescimento, mas também de aspectos como idade, hábitos nutricionais e fatores hormonais (OLIVEIRA et al., 2014; BHUSHAN, 2008; WOLFRAM, 2003).

Quimicamente a fibra capilar é composta por cerca de 80% em massa de queratina. As queratinas pertencem a um grupo de mais de 30 proteínas do citoesqueleto, possuindo diâmetros entre 7 e 1 nm, são formados por longas cadeias de aminoácidos ligados por diferentes tipos de ligações: dissulfeto, hidrogênio, interação de van der Waals e ligações salinas. Essas ligações garantem ao cabelo resistência mecânica e química e são responsáveis pelas diferentes

estruturas morfológicas que os fios apresentam. Os outros 20% são componentes minoritários, denominados não queratinosos, como água, lipídeos (estruturais e livres), pigmentos e elementos-traço (ARAÚJO, 2015). Os exemplos de ligações químicas que ocorrem entre as cadeias de queratinas constituintes do fio de cabelo estão apresentados na figura 3.2:

Figura 3.2 - Ligações químicas entre as moléculas de queratina do fio de cabelo.



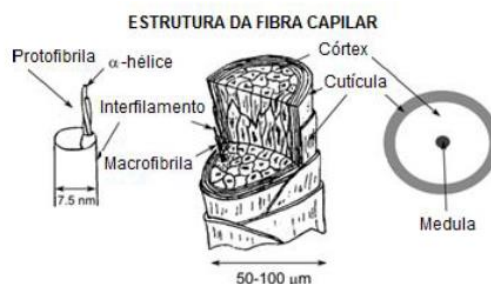
Fonte: Adaptado de Bhushan (2008).

As ligações de hidrogênio se encontram em maior quantidade e possuem grande importância na manutenção da estrutura α -hélice da queratina, entretanto, são relativamente fracas e desfeitas em presença de água, quando comparada com as ligações dissulfeto, que se quebram apenas em contato com ácidos ou bases (ARAÚJO, 2015).

A cistina é um dos mais importantes aminoácidos presentes na estrutura capilar, estando presente em grande proporção. Cada unidade de cistina é formada a partir da ligação entre os átomos de enxofre de duas cisteínas, presentes em proporções diferentes das cadeias peptídicas. Essa ligação recebe o nome de dissulfeto, dissulfídica ou ponte dissulfeto e se destaca por ser importante na determinação das propriedades físicas e mecânicas da fibra capilar. As modificações químicas na estrutura capilar ocorrem por meio da ação das reações de redução ou oxidação dessas ligações, que resultam na alteração das propriedades físico-químicas da fibra (MIRANDA-VILELA, BOTELHO e MUEHLMANN, 2014).

O fio, formado por meio da queratinização das células epiteliais, estão distribuídos em três unidades estruturais principais: a cutícula, o córtex e a medula, com o cimento intercelular localizado entre as células (BUFFOLI et al., 2014; PINHEIRO et al., 2013), representado na figura 3.3.

Figura 3.3 - Estruturas morfológicas principais do fio de cabelo.

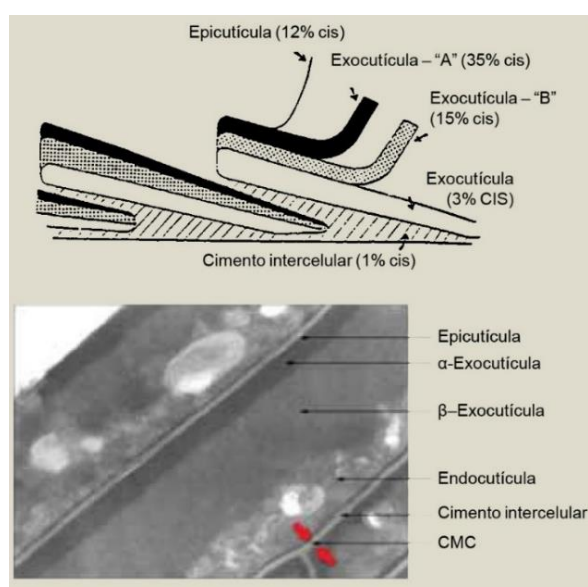


Fonte: Adaptado de Bhushan (2008).

Cutícula

A cutícula é a camada mais externa, composta por escamas planas sobrepostas que rodeiam o fio e o protege de danos, por meio da formação de uma barreira protetora. Além disso, é responsável pela propriedade superficial dos fios, como brilho, coeficiente de atrito entre as fibras e proteção do córtex (PINHEIRO et al., 2013). Na Figura 3.4 o diagrama ilustra a estrutura morfológica da cutícula.

Figura 3.4 - Diagrama da estrutura morfológica da cutícula.



Fonte: Pinheiro et al. (2013).

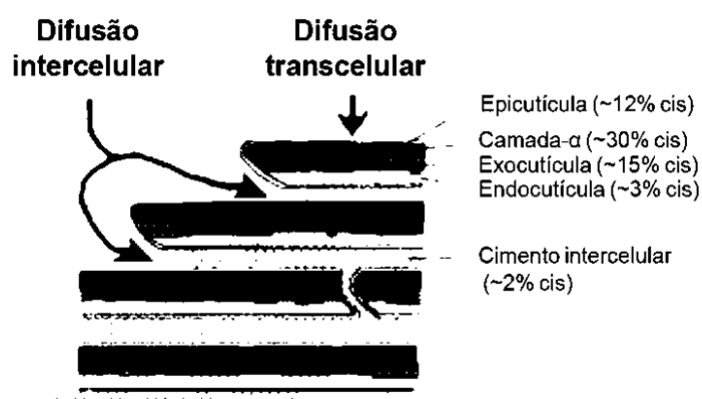
A camada cuticular é composta por cerca de 6 a 10 cutículas sobrepostas que cobrem o perímetro da fibra. Essa estrutura se subdivide em uma série de camadas, que apresentam 0,2

μm a $0,4 \mu\text{m}$ de espessura, sobrepostas e orientadas no sentido das pontas da haste capilar, conforme pode ser observado na Figura 3.4 (BUFFOLI et al., 2014; PINHEIRO et al., 2013).

A epicutícula, membrana fina externa medindo aproximadamente 5-10 nm, é composta por ácidos graxos unidos por um material adesivo composto por uma camada fibrosa de proteína subjacente, conectada por ligações tio-éster de cisteína. Essa característica é responsável pelo caráter hidrofóbico aparente da fibra do cabelo. A exocutícula fica por baixo da camada anterior e é altamente reticulada com um elevado conteúdo de cistina. A endocutícula, camada mais inferior, é formada por aminoácidos, principalmente lisina, arginina, ácido aspártico e ácido glutâmico. Apresenta caráter hidrofílico e é menos resistente a ataques químicos. Esta é a área mais vulnerável ao ataque de xampus, depósitos de resíduos, a atritos e fraturas por tração, ao ato de pentear ou ao tratamento químico (BONFIM, 2019; OLIVEIRA et al., 2014).

Devido às diferentes composições entre as camadas cuticulares, é esperado que as suas subunidades apresentem reatividades diferentes a tratamentos cosméticos. Dependendo do material que for colocado em contato com a fibra, haverá duas vias de difusão principais para o interior da fibra, que estão apresentadas na Figura 3.5. A difusão transcelular, que prevê a penetração de substâncias no interior do cabelo através da cutícula, e a difusão intercelular, que ocorre entre as cutículas, com a difusão sendo realizada pelo complexo da membrana celular (CMC) (PINHEIRO et al., 2013).

Figura 3.5 - Vias de difusão para o interior da fibra.



Fonte: Pinheiro et al. (2013).

Córtex

O córtex se encontra no interior da cutícula, constitui a área de maior massa da fibra capilar. As células do interior do córtex são estruturas alongadas denominadas macro e microfibrilas de queratina. As macrofibrilas contêm as microfibrilas, que, por sua vez, contêm as protofibrilas. Estas últimas apresentam uma composição de cadeias polipeptídicas em formato de α -hélice cuja estrutura e forma química são mantidas por ligações entre átomos de diferentes cadeias. Tais ligações químicas, quando rompidas, possibilitam a mudança na forma física do pelo (SÁ DIAS et al., 2007).

As células da haste do pelo apresentam um arranjo estrutural helicoidal e são separadas por um pequeno espaço rico em um material proteico intercelular que as mantém coesas. Dividem-se em três camadas: ortocórtex, mesocórtex e paracórtex, onde são encontrados os polipeptídeos de queratina dispostos em par (um ácido e um básico) formando os protofilamentos, os quais são responsáveis pela capacidade da queratina ser estendida e estirada (ABRAHAM, et al., 2009; NAGASE, et al. 2002)

Normalmente, as células corticais do cabelo têm entre 1 μm e 6 μm de espessura e aproximadamente 100 μm de comprimento. Elas contêm os grânulos de melanina dispersos nas células, responsáveis pela coloração do cabelo, e os remanescentes nucleares derivadas da extinção do núcleo celular, que dá origem às estruturas capilares. As células do córtex são ricas em cisteína, pequenas, que são pouco penetráveis por líquidos em geral e menos reativas quimicamente (OLIVEIRA et al., 2014; PINHEIRO et al., 2013).

Medula

A medula consiste na parte central do fio, no qual nem sempre está presente. Estudos apontam que a medula possui influência nas propriedades mecânicas e de cor do cabelo, entretanto, não tem participação conhecida nos procedimentos estéticos. Quimicamente, a medula é rica em lipídeos se comparada ao restante da fibra e rica em citrulina, que garantem a estrutura da medula coesa devido as ligações peptídicas (HALAL, 2016; BUFFOLI et al., 2014).

As células medulares são formadas por um processo de diferenciação, diferente do córtex. Ao diferenciar-se, as células produzem tricoialina, que fica depositada no citoplasma em forma de grânulos. Ao sofrer maturação e desidratação, essas células perdem o ar no seu interior e como consequência se encolhem. A parede das células maduras, então, é formada de vários grânulos fundidos (PINHEIRO et al., 2013). Em pessoas mais velhas, as células da

medula aparecem mais desidratadas e com espaços cheios de ar, que substituem o local da medula (PINHEIRO et al., 2013; ABRAHAM, et al., 2009).

3.3.2 Fisiologia do cabelo

A espessura do fio pode variar de alguns centímetros de milímetros até 0,3 nm (nas barbas e sobrancelhas). Fatores genéticos influenciam na cor, curvatura, textura, densidade, ondulação e até mesmo na questão do crescimento dos cabelos. Dentre os diversos formatos de cabelos, de acordo com uma classificação convencional, podem ser citados três tipos: afroétnicos, caucasiano e oriental (STEINER et al., 2007; POZEBON, DRESSLER e CURTIUS, 1999).

Cabelos afroétnicos, caucasianos e orientais têm a mesma composição química, porém apresentam diferenças estruturais que conferem as suas características visuais tão peculiares a cada tipo. Os cabelos afroétnicos têm as moléculas de aminoácidos sulfurados dispostas de modo diferente, conferindo-lhes aspecto espiralado, diâmetros variados ao longo da haste e forma elipsoide. Oferecem menor resistência à fratura quando penteados, apresentam menor lubrificação ao longo do fio. O fio é achatado em forma de fita, com crescimento paralelo ao couro cabeludo, por isso, torna-se um cabelo mais difícil de desembaraçar e pentear. Os cabelos orientais, também conhecidos como asiáticos, são os mais lisos e com o diâmetro cilíndrico e invariável ao longo da haste. Tem a maior resistência à fratura quando são penteados, uma boa lubrificação ao longo do fio e são desembaraçados com maior facilidade. Os fios de cabelo caucasianos são intermediários em relação às características dos cabelos afro étnicos e asiáticos, com grande variação entre os indivíduos (SILVA, 2012; SÁ DIAS et al., 2007; SWEE, KLONTZ e LAMBERT, 2000). Na Figura 3.6 são apresentadas as seções transversais desses três tipos de cabelos.

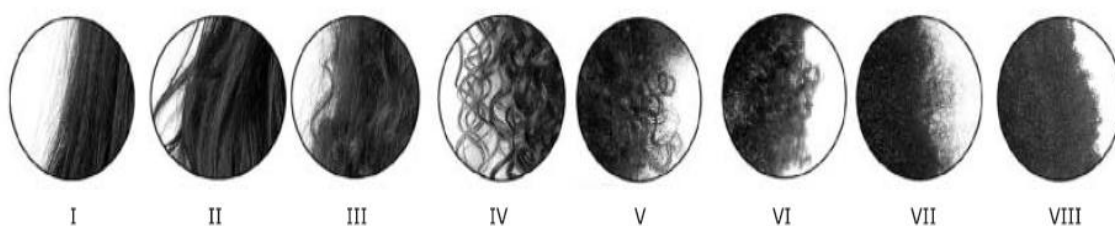
Entretanto, Loussouarn et al. (2007) desenvolveram um novo método, para a classificação dos fios, baseado na avaliação de quatro parâmetros morfológicos do cabelo. Voluntários de diversas partes do mundo realizaram o estudo e os parâmetros analisados foram o diâmetro da curva, o índice de ondulação, número de ondas e número de reviravoltas. De acordo com os resultados obtidos para cada análise, obteve-se mais oito tipos de cabelo, de acordo com as suas ondulações (Figura 3.7). O novo método permite ampliar as classificações antigas cruzando os tipos de cabelos convencionais com as novas oito ondulações.

Figura 3.6 - Seções transversais de cabelo humano. (A) cabelo oriental; (B) cabelo caucasiano (C) cabelo afro.



Fonte: Silva (2012).

Figura 3.7- Divisão do cabelo em 8 tipos.



Fonte: Loussouarn et al. (2007).

3.4 PRODUTOS COSMÉTICOS CAPILARES

Um cabelo saudável apresenta um aspecto brilhoso, leve e facilidade de pentear. Se o cabelo não for submetido a nenhum tratamento, permanecerá em um estado condicionado, ou seja, sua cutícula estará intacta e uma camada de sebo irá fornecer uma proteção ao cabelo frente à fricção mecânica. Entretanto, o acúmulo de sebo pode deixar o cabelo com uma aparência indesejável e, durante o processo de limpeza, o cabelo úmido fica vulnerável à abrasão mecânica que, juntamente com determinados tratamentos, danifica-os. Para realizar a limpeza, o controle do sebo e o condicionamento dos fios há alguns cosméticos capilares que apresentam essas finalidades, entre eles estão os xampus e condicionadores (PINHEIRO et al., 2013).

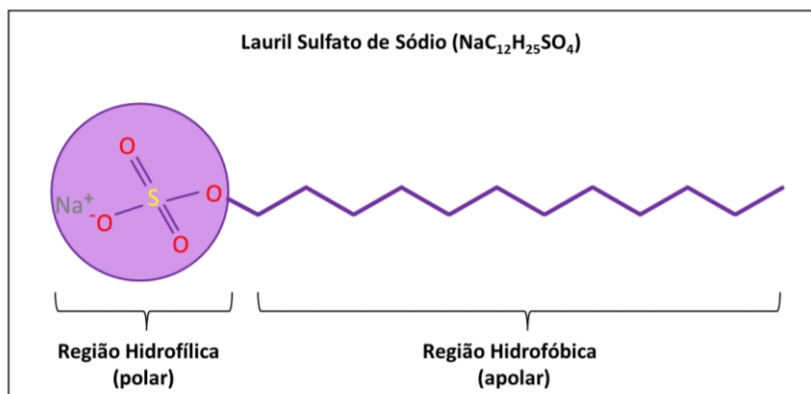
3.4.1 Xampus

Os xampus são provavelmente os produtos cosméticos capilares mais utilizados em nossa vida diária. São responsáveis basicamente pela limpeza do cabelo e do couro cabeludo, removendo células mortas do estrato córneo e componentes do suor, excesso de sebo, resíduos de cosméticos e poluição que vão se acumulando nessa região, deixando um aspecto de sujeira e oleosidade ao couro cabeludo. Algumas características importantes que esse produto deve ter são: conferir aos fios uma limpeza adequada sem ressecar, maciez, brilho, facilidade em pentear. Os xampus podem ser encontrados na forma de líquido, gel, em barra, e até mesmo pó e são classificados de acordo com o tipo de cabelo (MATIELLO et al., 2019; AMIRALIAN e FERNANDES, 2018a; BADI e KHAN, 2014).

O principal componente de uma formulação de xampu é a presença de um grupo de tensoativos, que são os agentes de lavagem e que têm a função de limpar toda extensão dos fios e do couro cabeludo, através da redução da tensão superficial da água e de outros líquidos. Apresentam em sua configuração uma parte polar, solúvel em água e outra apolar, insolúvel em água (Figura 3.8) e é essa característica que doa ao xampu o poder de eliminar os resíduos graxos, suor, poeira e outras sujeiras dos fios de cabelo. A união desses tensoativos forma as micelas, que englobam as sujeiras, formando uma emulsão, que é removida do cabelo através do enxague (BONFIM, 2019; AMIRALIAN e FERNANDES, 2018a).

Outros materiais que compõem o xampu são: os agentes quelantes, também conhecidos como sequestrantes, sendo usados nas formulações para evitar problemas de estabilidade, como mudanças de cor, de cheiro e de aparência; reguladores de viscosidade e de pH que têm a função de aumentar a viscosidade do produto, impactando em sua estabilidade e sensorial; agentes perolizantes ou opacificantes que configuram um brilho perolado ao produto final; umectantes, agentes condicionantes e formadores de fio que aumentam a hidratação, melhor desembaraço e alinhamento aos cabelos; preservantes que conservam a formulação e aumentam a vida útil do produto; e fragrâncias que são matérias-primas modificadoras das características organolépticas, conferindo cheiro ao produto (MATIELLO et al., 2019; AMIRALIAN e FERNANDES, 2018a).

Figura 3.8 - Configuração do tensoativo.



Fonte: Adaptado de Amiralian e Fernandes (2018b).

Muitos tipos de xampu com vários ingredientes, como por exemplo, sintéticos, extratos fitoterápicos, medicamentosos e não medicamentosos, estão disponíveis no mercado. Porém, entre os consumidores, a popularidade dos xampus contendo extrato de plantas está em alta, devido à crença de que esses produtos são de origem natural. Há um grande número de plantas medicinais que tem efeitos benéficos e podem ser usadas como ativo nessas formulações (BADI e KHAN, 2014).

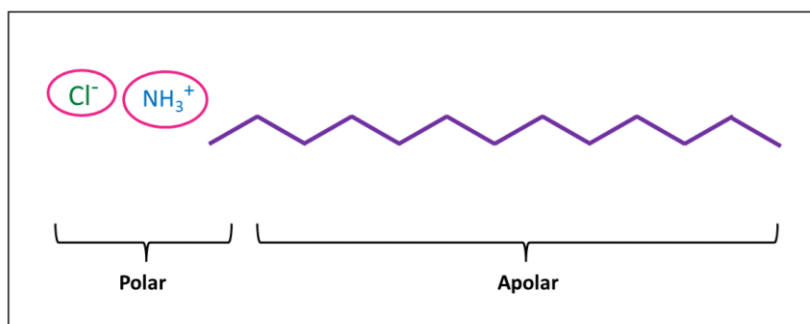
3.4.2 Condicionadores

Quando os cabelos são lavados com xampu, os fios adquirem um aspecto áspero e arrepiado, embaraçando-se uns com os outros, isso ocorre devido à repulsão entre as moléculas carregadas negativamente. Dessa forma, a utilização de um condicionador após a lavagem dos fios se torna indispensável. Os condicionadores podem ser definidos como emulsões catiônicas formadas por tensoativos, agentes de estabilização, álcoois graxos, emolientes, fragrância e conservantes (CASTRO, SILVA e MADUREIRA, 2019).

Como mecanismo, os condicionadores formam uma fina camada de polímero sobre o cabelo, que preenche os defeitos da haste capilar, criando assim uma superfície lisa para aumentar o brilho e deixar com uma aparência suave. O tensoativo catiônico é a principal matéria-prima utilizada no desenvolvimento desse produto. São moléculas caracterizadas por uma longa cadeia apolar e por um grupo funcional polar, apresentando pelo menos um átomo de nitrogênio com carga positiva. A parte ativa da molécula dos condicionadores é um cátion (NH_3^+), como mostrado na Figura 3.9. Por apresentarem uma carga positiva são capazes de neutralizar as cargas negativas que estavam nos fios, formando uma camada uniforme com forte

atração pela água. Os mais utilizados são os sais de quaternário de amônio, como cloreto de cetrimônio, o cloreto de berrentrimônio, o metossulfato de berrentrimônio (AMIRALIAN e FERNANDES, 2018b; SANTOS et al., 2020).

Figura 3.9 - Cloreto de cetil trimetil amônio.



Fonte: Adaptado de Amiralian e Fernandes (2018b).

Os tensoativos também são responsáveis por conferir estabilidade à emulsão e proporcionar condicionamento aos fios. Os poliquatérnios e a goma guar quaternizada estão entre as matérias-primas que proporcionam uma ação condicionante aos cabelos. Os reguladores de viscosidade, ou espessantes, auxiliam na viscosidade doando consistência ou fluidez a uma formulação. Os emulsionantes são compostos ésteres de glicol e glicerol, ésteres de sorbitan. Umectantes, fragrância e conservantes também são incorporados à formulação (ABRAHAM e FERNANDES, 2018b).

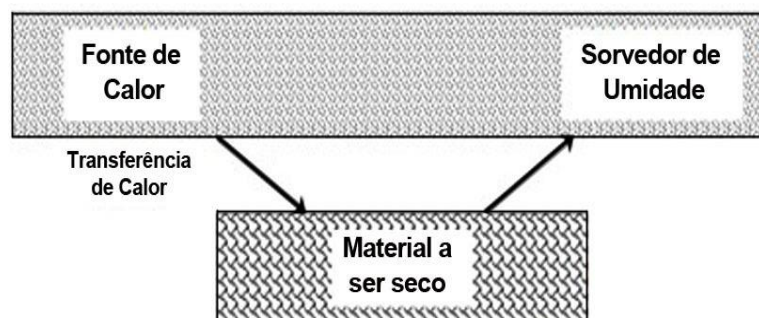
O processo de fabricação de um condicionador consiste na mistura de uma fase aquosa e de uma fase oleosa que são aquecidas a uma temperatura de aproximadamente 80 °C por um determinado período (formação da emulsão). A mistura é resfriada, após a emulsificação, e na temperatura de aproximadamente 45 °C são adicionadas os ativos e as matérias-primas sensíveis a altas temperaturas, finalizando o processo. O pH final desse produto varia entre 3,5 e 4,5 e a viscosidade é dependente do frasco no qual o condicionador será comercializado, podendo alterar as concentrações do espessantes para mais ou menos (WICHROWSKI, 2007).

3.5 SECAGEM

Muitos materiais apresentam uma quantidade significativa de água em seu interior, fazendo-se necessário um método eficiente para a retirada dela. A secagem é uma operação unitária que tem como finalidade remover um líquido, normalmente a água, presente em um material. Existem inúmeras vantagens de se utilizar esse método, são elas: facilidade na conservação do produto, estabilidade dos componentes aromáticos a temperatura ambiente por longos períodos, proteção contra a degradação enzimática e oxidativa, redução do seu peso e economia de energia (MELO et al., 2013)

A secagem consiste em dois processos simultâneos: transferência de calor e de massa. O sólido, em contato direto com o ar, apresenta uma temperatura inferior em relação ao ar, resultando em um gradiente de temperatura e, conseqüentemente, um estado de não equilíbrio. Dessa forma, ocorre a transferência de calor, em que o sólido é aquecido e o líquido presente é evaporado (Figura 3.10). A transferência de massa acontece devido à diferença de pressão de vapor e finaliza até a pressão de vapor do sólido ser igual à pressão parcial de vapor no ar, que é quando o sistema atinge o equilíbrio e a secagem é encerrada (NEGREIROS, 2019; PARK et al., 2014; SILVA, 2008).

Figura 3.10 – Diagrama do processo de secagem.



Fonte: Park et al. (2014).

De uma forma geral a secagem pode ser realizada de forma natural ou artificial. A secagem natural ocorre com a exposição do material ao sol, sem nenhuma interação de fontes de calor artificiais e equipamentos. Esse tipo de processo se torna bastante econômico, entretanto é mais lento e depende de condições climáticas da região em que vai ser realizado. A secagem artificial consiste na utilização de equipamentos para a produção de calor. Assim é possível controlar temperatura, umidade, corrente de ar, tornando esse método mais rápido e confiável (SILVA et al., 2008).

Vários métodos e equipamentos de secagem artificial são encontrados na literatura. A escolha de um deles vai depender do tipo de material a ser seco, do uso final do produto e das características de qualidade a serem conservadas. Por usar baixas temperaturas, a técnica de liofilização consegue minimizar a degradação dos nutrientes termicamente sensíveis, entretanto apresenta um custo bastante elevado quando comparado aos demais. A secagem em camada de espuma surge como uma alternativa de menor custo (BONFIM, 2019; QADRI, SRIVASTAVA e YOUSUF, 2019; HARDY e JIDEANI, 2015; MUJUMDAR e LAW, 2010).

3.5.1 Secagem em camada de espuma

A secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) é uma das técnicas empregadas para obtenção de produtos em pó. O processo acontece com a transformação de alimentos ou materiais líquidos em espumas estáveis, por meio de agitação mecânica e incorporação de agentes espumantes, para em seguida serem desidratados. O objetivo final da operação é obter um produto de melhor qualidade nutricional, com um baixo tempo operacional, quando comparados a outros tipos de secagem (MOREIRA et al., 2021; SILVA et al., 2008).

A eficiência da secagem em camada de espuma depende basicamente das características da espuma formada. A estrutura da espuma, a capacidade de expansão e a estabilidade durante o procedimento são importantes para a circulação de ar no material. A principal desvantagem desse processo é o uso de aditivos (agentes espumantes), que são incorporados em materiais que não conseguem formar uma espuma estável, como é o caso da folha do melão de São Caetano. Dessa forma, para esses casos, é necessário a adição de agentes espumantes e/ou emulsificantes (MARQUES, ARRUDA e SILVA, 2016).

As estufas com circulação de ar e o secador de bandejas estão entre os equipamentos mais utilizados para a secagem das espumas. Devido à fácil implantação e a grande capacidade de conservar os componentes, a técnica de secagem em camada de espuma resulta na formação de um pó bastante promissor e já vem sendo empregada em muitos alimentos como: suco de uva, polpa de acerola; suco de limão (RAJKUMAR et al., 2007; SANKAT e CASTAIGNE, 2004); e em diversas partes de plantas, podendo fazer uso no seguimento cosmético (NEGREIROS, 2021; NEGREIROS, 2019).

3.5.2 Isotermas de sorção

O método mais comum de preservação de plantas medicinais é por secagem convectiva com ar quente, devido à redução do teor de umidade para atividade microbiana de água segura para armazenamento e, permite também a rápida conservação das qualidades medicinais do material vegetal de uma maneira simples. Após o processo de secagem, o material é embalado e mantido em condições climáticas internas nas instalações de armazenamento até o processamento posterior. Para uma melhor otimização da estabilidade do armazenamento, torna-se necessário o conhecimento da relação de equilíbrio entre o teor de umidade no material vegetal e a umidade relativa do ar circundante a uma determinada temperatura (ARGYROPOULOS et al., 2012).

A água é, provavelmente, o fator individual que mais influi na alteração do produto, afetando sua natureza física e suas propriedades. A atividade de água (a_w) avalia a quantidade de água livre ou ativa contida na amostra. A importância do seu estudo reside no fato de que por meio dessa podem ser previstos reações químicas e enzimáticas indesejáveis e o desenvolvimento de microrganismos (PARK, BIN e BROD, 2001).

É possível estabelecer uma relação entre o teor de água livre no alimento e sua conservação, sendo o teor de água livre expresso pela atividade de água (a_w), dada pela relação

entre pressão de vapor de água em equilíbrio sobre o produto e a pressão de vapor de água pura, em uma mesma temperatura. Pode-se entender também a atividade de água como a umidade relativa em equilíbrio com o produto na temperatura considerada (SILVA et al., 2010; PARK, BIN e BROD, 2001).

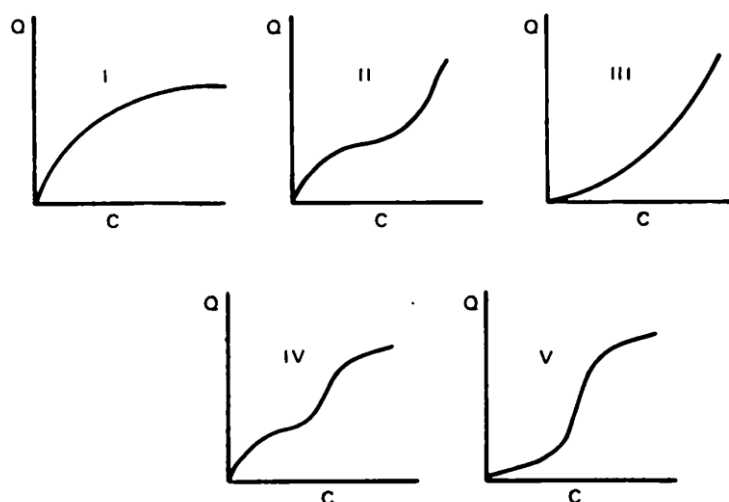
O estudo da atividade de água pode ser feito através das isotermas de sorção. Uma isoterma é uma curva que descreve a relação entre o teor de umidade de equilíbrio (X_e) e a atividade de água (a_w) de um produto a uma pressão e temperatura constantes. Assim, com o conhecimento da isoterma de sorção de umidade, é possível prever a umidade máxima que as folhas podem ganhar ou perder durante o armazenamento ou secagem. Os dados de isotermas de dessorção são úteis na análise de secagem, enquanto os dados de isotermas de adsorção podem ser usados para estabelecer um método de armazenamento (BAHLOUL, BOUDHRIQUA e KECHAOU, 2008).

Isotermas de sorção de algumas plantas medicinais e aromáticas foram relatadas na literatura, no entanto, não foi possível encontrar dados sobre isotermas de sorção de folhas do melão de São Caetano.

A medição das isotermas de sorção de umidade geralmente é baseada no método gravimétrico estático, usando dessecadores termicamente estabilizados preenchidos com soluções de sal saturadas, conforme descrito em um estudo feito por Spiess e Wolf (1987). Esse método foi empregado para vários materiais folhosos com propriedades medicinais e terapêuticas como a *Olea europaea* L. (BAHLOUL, BOUDHRIQUA e KECHAOU, 2008; NOURHÈNE et al., 2008), *Citrus x aurantium* L. (AITMOHAMED et al., 2005), *Eucalyptus globulus* Labill (KOUHILA et al., 2001) e *Origanum majorana* L., *Thymus vulgaris* L. e *Mentha x piperita* L. (SOYSAL e ÖZTEKIN 1999).

Na literatura, é possível encontrar estudos que dividem as isotermas de adsorção em tipos, de acordo com a sua forma: I, II, III, IV e V (Figura 3.11). A do tipo I é conhecida como isoterma de Langmuir e o tipo II, isoterma Sigmoidal, devido a sua aparência de S. Os outros três tipos não recebem nomes especiais. Os materiais mais higroscópicos normalmente apresentam isotermas do tipo II e aqueles ricos em componentes solúveis, destacam-se as isotermas do tipo III (BRUNAUER, EMMET e TELLER, 1938).

Figura 3.11– Divisão das isotermas de adsorção.



Fonte: Brunauer, Emmet e Teller (1938).

Dependendo da condição de água presente, as isotermas apresentam três regiões distintas. A região A, onde a água está ligada a sítios ativos e sem disposição para reações, sendo uma região côncava para o eixo de atividade de água (a_w). A região B, onde a água encontra-se com uma ligação mais fraca, onde há disposição para reações. E a região C, onde a água está em grande quantidade e a umidade condensa nos poros dos materiais (PEZANTES, 2006; BRUNAUER, EMMET e TELLER, 1938).

Com o objetivo de correlacionar os valores das isotermas de sorção de alimentos e produtos agrícolas, incluindo plantas aromáticas e medicinais, muitas equações matemáticas foram sugeridas na literatura. Os modelos de ajustes de isotermas de sorção de umidade estão representados no Quadro 3.1. Vale salientar que nenhuma equação descreve com precisão as isotermas de sorção de todos os materiais biológicos em uma ampla faixa de umidade relativa e temperatura. Portanto, há uma necessidade de selecionar a equação de isoterma de sorção de umidade mais apropriada para um produto específico e faixas de umidades relativas e temperaturas (BAHLOUL, BOUDHRIOUA e KECHAOU, 2008; PARK, BIN e BROD, 2001).

Quadro 3.1 – Modelos para ajustes de isotermas de sorção de umidade.

Nome do Modelo	Modelo
LANGMUIR	$\frac{X_{eq}}{X_m} = \frac{C \cdot a_w}{1 + C \cdot a_w}$
BET	$X_{eq} = \frac{(X_m \cdot C \cdot a_w) \cdot (1 - (n + 1) \cdot a_w + n \cdot a_w^{n+1})}{(1 - a_w) \cdot (1 + (C - 1) \cdot a_w - C \cdot a_w^{n+1})}$
BET linearizado	$\frac{a_w}{(1 - a_w) \cdot X_{eq}} = \frac{1}{X_m \cdot C} + \frac{a_w \cdot (C - 1)}{X_m \cdot C}$
GAB	$X_{eq} = \frac{X_m \cdot C \cdot K \cdot a_w}{(1 - K \cdot a_w) \cdot (1 - K \cdot a_w + C \cdot K \cdot a_w)}$
HALSEY	$a_w = \exp\left(\frac{-A}{X_{eq}^B}\right)$
OSWIN	$X_{eq} = A \cdot \left(\frac{a_w}{1 - a_w}\right)^B$
PELEG	$X_{eq} = K_1 \cdot a_w^{n1} + K_2 \cdot a_w^{n2}$
HENDERSON	$1 - A_w = \exp[-(k \cdot X_{eq}^n)]$
CHUNG & PFOST	$\ln a_w = \frac{-A}{RT} \cdot \exp[-b \cdot X_{eq}]$

Fonte: Park, Bin e Brod (2001).

Em que:

X_{eq} : Conteúdo de umidade de equilíbrio (kg.kg⁻¹).

X_m : Conteúdo de umidade na monocamada molecular (kg.kg⁻¹).

A_w : Atividade de água (adimensional).

T : Temperatura (°C).

$A, B, C, D, E, n, K, k1, k2, n1, n2$: Constantes das equações.

R : Constante universal dos gases.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nos seguintes laboratórios: Laboratório de Termodinâmica (LABTERMO/CT/UFPB); Laboratório de Tecnologia Cosmética (LTC/CT/UFPB); Laboratório de Análises e Pesquisas de Bebidas Alcoólicas (LBA/CT/UFPB), todos situados no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB/Campus I).

4.1 COLETA DA MATÉRIA-PRIMA

A matéria-prima utilizada para o estudo foram as folhas do melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.), retiradas de plantações na cidade de João Pessoa. As folhas obtidas foram coletadas de forma manual, sendo posteriormente selecionadas aquelas que apresentaram o mesmo padrão de cor, tamanho e livre de imperfeições. O emulsificante utilizado para a formação da espuma, etapa do processo de secagem, foi o *Portogel® Du Porto*, adquirido em comércio local.

4.2 PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA E PRODUÇÃO DO SUCO

Após a colheita, as folhas foram levadas ao laboratório, higienizadas com água potável e em seguida mergulhadas em uma solução clorada (200 ppm de hipoclorito de sódio) por 10 minutos, seguindo as recomendações da Resolução RDC nº 216/2004 (BRASIL, 2004). Após o tempo determinado, as folhas foram novamente lavadas para a retirada total do cloro. Por fim, o excesso de água foi retirado com papel toalha e as folhas seguiram para a produção do suco.

Para obter o suco homogêneo das folhas do melão de São Caetano foi necessário dividir o processo em duas etapas. Com o objetivo de diminuir o volume, foram pesadas 50 g de folhas e processadas em um multiprocessador doméstico da marca Philco, modelo Maxxi com 800 W de potência, por 1 minuto. A segunda etapa do processo consistiu em bater as folhas, já processadas, em um liquidificador de alta rotação industrial da marca Metvisa, com capacidade de 2 L e velocidade constante de 1800 rpm, com água destilada, na proporção 1:1, durante 1 minuto. Os sucos foram mantidos congelados entre -1 e -4 °C até o momento da sua utilização.

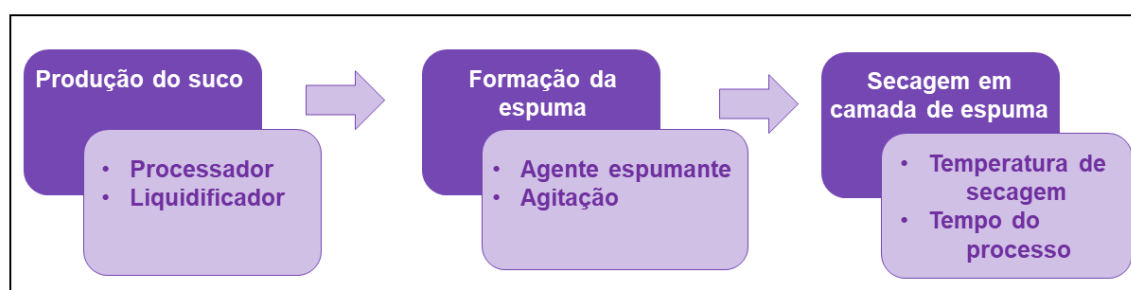
4.3 SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA

4.3.1 Obtenção do pó por meio da secagem em camada de espuma

Para a obtenção do pó do melão de São Caetano foi utilizado o planejamento experimental fatorial completo $2^3 + 3$ pontos centrais proposto por Negreiros (2021). As variáveis independentes utilizadas foram a concentração do agente espumante (%), tempo de agitação (min) e temperatura de secagem ($^{\circ}\text{C}$).

Para a formação da espuma, o suco produzido foi misturado a uma determinada concentração do agente espumante e submetido a um tempo de agitação, realizado em uma batedeira Deluxe SX80 (Arno) na velocidade 8, a máxima permitida pelo equipamento. A espuma formada foi disposta em uma bandeja de aço inoxidável, com 1 mm de espessura, sem bordas laterais e com o fundo removível. Ajustou-se a espessura da camada de espuma para 0,5 cm, por meio da medição pela haste de profundidade do paquímetro. Em seguida, a bandeja foi levada para a estufa com a temperatura ajustada de acordo com o experimento a ser realizado. O pó obtido após o tempo de secagem foi colocado em sacos fechados e guardados em recipientes herméticos para posterior utilização. A Figura 4.1 apresenta as etapas do processo de secagem.

Figura 4.12- Etapas do processo de secagem.



4.3.2 Isotermas de adsorção

Para obtenção das isotermas de adsorção, utilizou-se uma adaptação do método gravimétrico proposto por Spiess e Wolf (1987). Foi pesada uma amostra de 0,5 g do pó, obtido pela secagem em camada de espuma, e levada para a leitura de atividade de água, feita pelo

equipamento Novasina LabMaster-aw. Em seguida a amostra foi submetida à umidificação, sendo colocada em um recipiente hermeticamente fechado contendo água, com a umidade relativa do ambiente sendo monitorada utilizando um higrômetro. Em intervalos regulares de tempo foi realizado a pesagem, com o objetivo de acompanhar a umidade e a leitura da atividade de água da amostra, até atingir o equilíbrio. O experimento foi realizado nas temperaturas de 15; 30 e 45 °C.

As isotermas de adsorção foram obtidas plotando a curva da umidade em base seca versus a atividade de água, em que a umidade foi calculada de acordo com a Equação 4.1.

$$X_{bs} = \frac{(m_f - m_i)}{m_{ss}} \quad (4.1)$$

Em que:

X_{bs} : Umidade em base seca.

m_i : Massa inicial da amostra (g).

m_f : Massa final (g).

m_{ss} : Massa de sólidos secos da amostra (g).

4.3.3 Ajustes dos modelos matemáticos aos dados experimentais

Os ajustes matemáticos para as isotermas obtidas foram realizados por meio das equações dos modelos apresentados no Quadro 3.1, em que foram feitas análises de regressão não linear pelo método de Gauss-Newton. Os ajustes dos modelos foram testados por meio de comparação dos valores dos coeficientes de determinação (R^2) e erro padrão da estimativa (S).

4.4 SECAGEM POR LIOFILIZAÇÃO

A liofilização consiste em um processo de secagem do material por meio da sublimação da parte congelada a temperaturas baixas e sob vácuo. É dividido em duas etapas: inicialmente a amostra é congelada, formando cristais de gelo, para então esse material ser submetido a um ambiente de vácuo (ABASCAL, GANORA e YARNELL, 2005). Como o pó liofilizado apresenta suas propriedades químicas e sensoriais praticamente sem alteração, foi usado como método comparativo.

4.5 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DOS PÓS OBTIDOS

4.5.1 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi realizada por meio da diluição do pó obtido, em água destilada, e verificada em Peagâmetro digital previamente calibrado com soluções padrão de 7,0 e 4,0.

4.5.2 Determinação do teor de umidade

A umidade foi determinada seguindo a metodologia proposta pelo instituto Adolf Lutz (IAL, 2008). Inicialmente, um cadinho foi tarado e colocado em uma estufa a 105 °C durante 60 minutos. Em seguida, esfriou-se o cadinho em dessecador por 30 minutos para então ser pesado, registrando-se o valor. Cerca de 1,0 g da amostra foi transferida para o cadinho e levada ao aquecimento, a 105 °C, durante 24 horas. Ao final do processo, o cadinho foi colocado em um dessecador por 30 minutos e então pesado.

4.5.3 Determinação do índice de solubilidade em água (ISA)

Para a determinação do ISA adotou-se a metodologia adaptada por Cano-Chauca et al. (2005). Foram adicionados aproximadamente 0,5 g de pó e 50 mL de água destilada em tubos Falcon. Em seguida, a solução foi agitada em vórtex e centrifugada por 5 minutos a 4500 rotações por minuto (rpm). Foram retirados 12,5 mL do sobrenadante e colocados em placa de Petri, previamente taradas e pesadas. As placas foram levadas à estufa com temperatura de 105 °C até que todo o líquido fosse evaporado. A solubilidade em água foi calculada por meio da Equação 4.2. O procedimento foi realizado em triplicata.

$$\%ISA = \frac{(m_{residual} - m_{tara}) \times (V_{solução})}{V_{aliquota} \times m_{amostra}} \times 100 \quad (4.2)$$

Em que:

$m_{residual}$: Massa residual obtida após a evaporação (g).

m_{tara} : Massa da placa de Petri vazia (g).

$V_{solução}$: Volume total da solução (mL).

$V_{aliquota}$: Volume da alíquota submetido a secagem (mL).

$m_{amostra}$: Massa inicial da amostra (g).

4.5.4 Determinação de sólidos solúveis totais – SST (°Brix)

Para a determinação do SST, 1,0 g do pó foi dissolvido em 10 mL de água destilada em um tubo Falcon e essa solução foi agitada e homogeneizada. Em seguida, foi deixada em repouso por 30 minutos e centrifugada por 5 min para a retirada de algumas gotas para a leitura no refratômetro (IAL, 2008). O procedimento foi realizado em triplicata.

4.5.5 Determinação da acidez total titulável (ATT)

Para determinar a acidez total titulável foi utilizada a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foram adicionados 50 mL de água destilada à 1,0 g da amostra e 4 gotas de fenolftaleína, como indicador para o ponto de virada. A mistura foi titulada com uma solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01M até ocorrer a mudança de coloração para rosa. O cálculo da ATT foi realizado utilizando a Equação 4.3 e expresso em gramas de ácido cítrico.

$$ATT = \frac{VxfxMxMM}{10xPx n} \quad (4.3)$$

Em que:

V : Volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação (mL).

M : Molaridade da solução de hidróxido de sódio.

P : Massa da amostra (g).

MM : Massa molecular do ácido cítrico

f : Fator de correção da solução de hidróxido de sódio.

n : Número de hidrogênios ionizáveis.

4.5.6 Determinação do teor de lipídeos

Para determinar o teor de lipídeos da amostra, seguiu-se a metodologia de Folch (IAL, 2008), em que 1,0 g da amostra foi submetido à extração lipídica com 25 mL de uma mistura

clorofórmio-metanol (2:1), em seguida, a solução foi filtrada em proveta e foram adicionados 20% de sulfato de sódio (solução a 1,5%) ao volume final do filtrado, com o objetivo de ocorrer a separação da fase lipídica. A fase superior foi descartada e 5 mL da fase inferior foram transferidos para um béquer e colocados em estufa a 90 °C, para evaporação do solvente. Ao final, o resíduo lipídico foi pesado e a porcentagem de lipídeos foi calculada por meio da Equação 4.4.

$$Lipídeos(\%) = \frac{V_{inf} * (M_{final} - M_{tara}) * 100}{5 * M_{amostra}} \quad (4.4)$$

Em que:

V_{inf} : Volume da fase inferior formada (mL).

M_{final} : Massa final obtida (béquer+resíduo lipídico).

M_{tara} : Massa da tara do béquer.

$M_{amostra}$: Massa da amostra pesada inicialmente.

4.5.7 Determinação de ácido ascórbico (vitamina C)

Os teores de ácido ascórbico foram determinados seguindo as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). As amostras foram pesadas e transferidas para um Erlenmeyer completando o volume para 50 mL com ácido oxálico 0,5% gelado. Em seguida, foram agitadas por 5 minutos, filtradas com ajuda do filtro de nylon, e tituladas com a solução de Tillmans até o ponto de viragem. O volume gasto na titulação e o peso da amostra foram aplicados na Equação 4.5.

$$\frac{mg \text{ de ácido ascórbico}}{100 \text{ mL ou g}} = \frac{Vol. \text{ gasto } \times \text{Fator do corante} \times Vol. \text{ total}}{Alíquota titulada \times peso ou Vol. da amostra} \quad (4.5)$$

A padronização do corante foi feita da seguinte forma: em um erlenmeyer foi adicionado 5 mL da solução padrão de ácido ascórbico e adicionado 5 mL de ácido oxálico a 2%, utilizando pipetas diferentes para cada reagente. Essa mistura foi titulada com solução de corante até uma cor rosa que permanecesse por 15 segundos. O fator do corante foi determinado usando a Equação 4.6.

$$Fator \text{ do corante} = \frac{0,5}{\text{volume gasto na titulação}} \quad (4.6)$$

4.5.8 Obtenção do extrato

O material foi submetido ao processo de extração para a determinação dos compostos fenólicos. A extração foi realizada utilizando o metanol como solvente.

4.5.9 Determinação dos compostos fenólicos

Os fenólicos extraíveis totais das amostras serão determinados de acordo com o método colorimétrico Folin-Ciocalteu (Singleton; Orthofer; LamuelaRaventós,1999) Será preparada uma mistura do reagente de Folin-Ciocalteu com a amostra, seguida de agitação e adição de água destilada e carbonato de sódio a 15%. Essa mistura será agitada e mantida no escuro por 2 h. A absorbância será medida em espectrofotômetro UV-vis a 760 nm. A concentração de compostos fenólicos será estimada usando curva de calibração de ácido gálico, sendo os resultados expressos como média $\pm$ desvio-padrão de mg equivalente de ácido gálico (EAG) em cada grama de extrato.

4.5.10 Análise Granulométrica

Para a determinação da granulometria foi utilizado o método adaptado da Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2000). O material foi submetido ao jogo de peneiras mediante um sistema vibratório por um período de 20 minutos. Em seguida, foi determinada a porcentagem que ficou retida em cada malha. Na Tabela 4.1 constam as especificações das malhas que foram empregadas nesse ensaio.

Tabela 4.2 – Especificação das peneiras empregas no ensaio granulométrico.

Escala Tyler (<i>mesh</i>)	Abertura (mm)
24	0,734
32	0,557
42	0,394
60	0,250

4.5.11 Determinação do teor de cinzas (%)

O teor de cinzas representa a quantidade de substância inorgânica presente na amostra e é determinado pela incineração da matéria orgânica contida no material. Inicialmente, pesou-se 1 g do pó obtido em cadinhos de porcelana, previamente pesados e tarados. Em seguida, o material foi levado à mufla e mantido a uma faixa de temperatura de 550 °C, por 4 horas (IAL, 2008). As análises foram realizadas em triplicata e o teor de cinzas foi calculado utilizando a Equação 4.7.

$$\text{Cinzas}(\%) = \frac{(m_f - m_t) * 100}{m_i} \quad (4.7)$$

Em que:

m_f : Massa do cadinho + cinzas obtidas ao final do procedimento (g).

m_t : Massa tara do cadinho vazio (g).

m_i : Massa inicial da amostra adicionada ao cadinho (g).

4.6 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES COSMÉTICAS CONTENDO O PÓ DAS FOLHAS DO MELÃO DE SÃO CAETANO

4.6.1 Formulação e Procedimento de Obtenção do Xampu

A proposta de formulação para o desenvolvimento do xampu contendo o pó das folhas do melão de São Caetano, inicialmente feita para 100 g de produto, está representada no Quadro 4.1. Foram utilizadas três diferentes concentrações do pó: 0,5%, 1,5% e 2,0% e, para fim de comparação, um produto controle, ou seja, sem adição do pó.

Quadro 4.2 - Proposta de formulação do xampu contendo o pó das folhas do melão de São Caetano nas concentrações de 0,5; 1,5 e 2,0%.

Matéria-prima	Quantidade
Veículo	q.s.p* 100
Espessante	1,0 – 2,0%
Tensoativo/Surfactante	3,0 – 27,0%
Formador de filme	0,5% - 1,0%

Umectante	0,5% - 1,5%
Condicionante	0,5% - 2,5%
Ativo	0,5 – 2,0%
Conservante	0,05% - 0,1%
Sequestrante/Quelante	0,005% - 0,01%
Regulador de pH	q.s.p

*q.s.p: quantidade suficiente para.

Procedimento

Inicialmente, pesou-se em um béquer metade do veículo utilizado na formulação juntamente com o sequestrante que em seguida foi levado para o aquecimento. Posteriormente, acrescentou-se o espessante, agitando em um *mixer* até que toda matéria-prima fosse dissolvida. Em outro béquer, pesou-se os tensoativos, com uma parte do veículo, que foi misturado a fase inicial. Em seguida, pesou-se os condicionantes junto com a terceira parte do veículo utilizado na formulação, a fim de facilitar a solubilização dessas matérias-primas. Essa mistura foi adicionada a fase principal. Por fim, adicionou-se o conservante. O pó foi adicionado aos poucos no final do processo, sempre em constante agitação. Para eventuais ajustes de pH, utilizou-se o regulador de pH. A viscosidade eventualmente foi ajustada com o regulador de viscosidade. Ao final do desenvolvimento, mediu-se o pH no Peagâmetro digital.

4.6.2 Formulação e Procedimento de Obtenção do Condicionador

A proposta de formulação de condicionador contendo o pó do das folhas melão de São Caetano, inicialmente feita para 100 g de produto, está representada no Quadro 4.2. Utilizaram-se três diferentes concentrações do pó: 0,5%; 1,5% e 2,0% e, para fim de comparação, um produto controle, ou seja, sem adição do pó.

Quadro 4.3 – Proposta de formulação do condicionador contendo o pó das folhas do melão de São Caetano nas concentrações de 0,5; 1,5 e 2,0%.

Matéria-prima	Quantidade
Veículo	q.s.p* 100
Emulsionante	2,5% - 6,0%
Condicionante	0,3% - 3,0%
Umectante	1,0% - 3,0%
Espessante	0,1% - 0,3%

Ativo	0,5 – 2,0%
Sequestrante/Quelante	0,01%
Conservante	0,1%

*q.s.p – quantidade suficiente para.

Procedimento

O processo de desenvolvimento de emulsão é dividido em duas fases: aquosa e oleosa. Para a fase 1, fase aquosa, pesou-se a água, o sequestrante e espessante, que foram mantidos em aquecimento a temperatura de 80 °C e constante agitação. Na fase 2, fase oleosa, foram pesados os emulsionantes e os condicionantes, que também foram levados para aquecimento até 80 °C. Ao atingir temperaturas aproximadas, a fase oleosa foi vertida na fase aquosa para a formação da emulsão. Esse processo é feito sob agitação vigorosa e constante. As outras matérias-primas foram acrescentadas aos poucos, sob agitação em mixer, quando a emulsão chegou a aproximadamente 40 °C. O pó foi adicionado diretamente a formulação, sem necessidade de dissolução, conforme realizado na obtenção do xampu. Por fim, acrescentou-se o conservante. Para eventuais ajustes de pH, utilizou-se o regulador de pH. Ao final do desenvolvimento, mediu-se o pH em Peagâmetro digital.

4.7 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FORMULAÇÕES COSMÉTICAS OBTIDAS

4.7.1 Determinação do pH

A verificação do pH para as formulações do xampu e condicionador foram obtidas seguindo o mesmo procedimento disposto no item 4.5.1.

4.7.2 Medição da tensão superficial

A tensão superficial das amostras de xampus foi determinada usando um tensiômetro QC6000 da SensaDyne à temperatura ambiente. Para efeitos de comparação, as análises foram feitas para as formulações contendo as três concentrações do pó do melão de São Caetano, o controle e um xampu comercial.

4.7.3 Avaliação do poder de espuma

Para avaliar a capacidade espumante das formulações, foi utilizado uma adaptação do método de coluna de espuma de Ross-Miles. Foi colocado 0,30 g de xampu para 25 mL destilada em uma proveta de 100 mL fechada. Agitou-se manual e verticalmente, cinco vezes consecutivas. O volume de espuma formado foi medido (cm), com auxílio de uma régua, ao final da agitação e após cinco minutos, para avaliar sua retenção. O ensaio foi realizado em triplicata.

4.7.4 Estudo de estabilidade acelerada

A determinação da estabilidade de um cosmético é de extrema importância antes da liberação do produto para o consumidor final. Variáveis relacionadas à formulação, ao processo de fabricação, ao material de acondicionamento, as condições ambientais e de transporte, assim como os componentes da formulação, podem influenciar na estabilidade de um produto. Os testes realizados têm como objetivo garantir que a fórmula mantenha a sua eficácia até o fim do seu prazo de validade, além de garantir a segurança de consumidor final (ALMEIDA, 2019).

Para obtenção de informações sobre a estabilidade das formulações desenvolvidas foram realizados testes de estabilidade acelerada seguindo o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos, desenvolvido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), uma série temática que tem como objetivo orientar, de forma técnico-científica, os diversos setores ligados à Vigilância Sanitária BRASIL (2004). O estudo avaliou parâmetros como cor, odor, aspecto, pH e viscosidade, nas seguintes condições: ambiente, estufa (50 °C), exposição à luz solar e geladeira, durante um período de 4 semanas. A análise foi feita para as formulações contendo a maior concentração do pó do melão de São Caetano, uma vez que uma maior concentração de ativos em uma formulação ocasiona uma maior probabilidade de reações com as demais matérias-primas do produto, e consequentemente, uma maior probabilidade de instabilidade. A avaliação será classificada de acordo com os critérios descritos no Quadro 4.3.

Quadro 4.4 – Critérios e características de avaliação.

Critérios	Características
ASPECTO	(N) Normal, sem alteração (LS/LP/LT) Levemente separado/precipitado/turvo

	(IS/IP/IT) Intensamente separado/precipitado/turvo
COR	(N) Normal, sem alteração (LM) Levemente modificado (M) Modificado (IM) Intensamente modificado
ODOR	(N) Normal, sem alteração (LM) Levemente modificado (M) Modificado (IM) Intensamente modificado

Fonte: adaptado de ANVISA (2004).

Os resultados foram anotados em quadros de análise (Quadro 4.4) de acordo com a condição estudada.

Quadro 4.5 – Quadro para análise de estabilidade das formulações de xampu e condicionador.

Critérios	Semana Inicial	Semana Final
Aspecto	-	-
Cor	-	-
Odor	-	-
pH	-	-
Rotor	-	-
Speed (RPM)	-	-
Viscosidade (mPa S)	-	-

Fonte: adaptado do Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (2004).

4.8 AVALIAÇÃO COM DIFERENTES TIPOS DE MECHAS

Para avaliar a eficácia das formulações desenvolvidas foram realizados estudos com três tipos de mechas (Figura 4.2), classificadas em tipo I, III e IV, seguindo o proposto por Loussouarn (2007). O estudo consistiu no teste de penteabilidade, feito de forma manual e por equipamento e análise de brilho.

As formulações contendo as concentrações de 0,5, 1,5, e 2,0% do pó, além de uma formulação controle, foram aplicadas em quatro mechas, cada uma para uma concentração, para os três diferentes tipos de cabelo. Também foi realizada uma análise em mechas que foram descoloridas, para avaliar o efeito das formulações sob a cor do cabelo.

Figura 4.13 - Mechas utilizadas na avaliação: a) cabelo tipo I; b) cabelo tipo III; c) cabelo tipo IV.



4.7.1 Procedimento para a lavagem das mechas

Para a lavagem das mechas adotou-se o seguinte procedimento: os fios foram molhados com uma determinada quantidade de água, seguida da aplicação do xampu por todo o comprimento, enluvando as mechas por 20 segundos. Em seguida, foi realizado o enxague e aplicação do condicionador. Após o intervalo de 40 segundos com o produto no cabelo, as mechas foram enxaguadas e levadas para um suporte específico para serem secas. O processo de secagem foi realizado com um secador da marca Britânia, modelo SP2300 Íon - 1.900 W por 2 minutos. Para cada grama de cabelo, pesou-se 1,0 g de xampu e 1,0 g de condicionador. A quantidade de água utilizada para a lavagem e o enxague dependeu do tipo de cabelo que estava sendo testado.

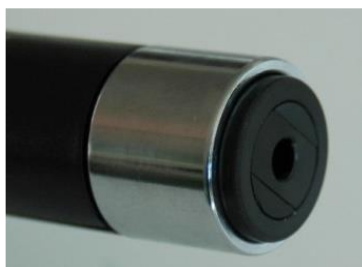
4.7.2 Teste de penteabilidade e comprimento dos fios

As mechas foram penteadas antes da lavagem, de forma manual, e foi registrado quantas vezes o pente percorreu o comprimento do cabelo até que o mesmo estivesse totalmente desembaraçado. A quantidade de vezes que o pente passa é inversamente proporcional a penteabilidade, ou seja, quanto maior for a quantidade de vezes que foi necessária para desembaraçar o cabelo por completo, menor a penteabilidade e vice-versa. Após a lavagem e com o cabelo parcialmente seco, foi repetido o procedimento. O comprimento dos fios também foi observado, com auxílio de uma régua, antes da lavagem e com o cabelo parcialmente seco.

4.7.3 Análise de brilho dos fios

A análise de brilho foi realizada nas mechas, antes e após a lavagem com o xampu e condicionador, por meio do aparelho Glossymeter GL 200 (Figura 4.3). Esse equipamento mede o brilho tomando como base a reflexão. A luz branca paralela é criada pelos LEDs da sonda e enviada através de um espelho em um ângulo de 60° na superfície do cabelo. Um dos sensores medem a luz refletida diretamente por meio de um espelho e o outro, a luz refletida difusa. A correção do espalhamento difuso (DSC) é utilizada para avaliar o efeito do brilho na pele e cabelo. O DSC elimina a parte da luz difusa refletida, permitindo assim comparar as medições de brilho de diferentes tipos de cabelo com precisão e facilidade (COURAGE; KHAZAKA, 2021) A leitura foi feita encostando-se a sonda na parte inicial da mecha, no meio e no final. A média das medidas encontradas foi anotada.

Figura 4.14 - Glossymeter GL-200.



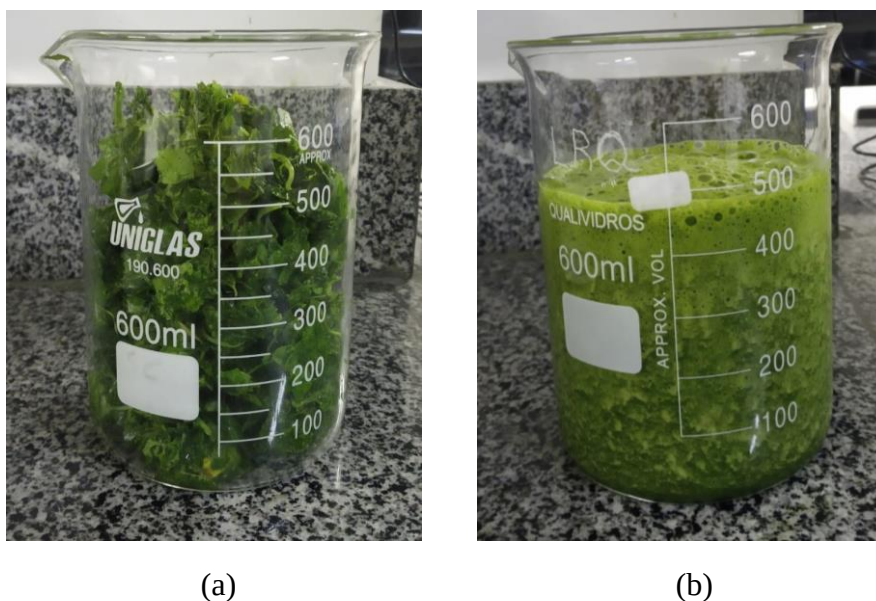
Fonte: Courage+Khazaka (2021).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA

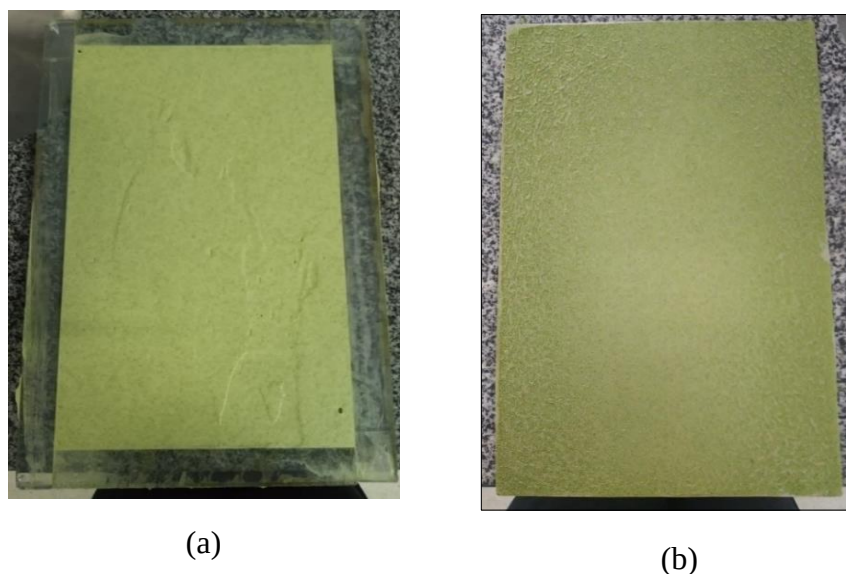
A utilização de um multiprocessador doméstico da marca *Philco*, modelo *Maxxi*, foi de extrema importância pois diminuiu o volume das folhas e permitiu obter um suco mais denso. Na Figura 5.1 (a) e (b) são mostradas as folhas após a utilização do processador e o suco formado.

Figura 5.15 – Folhas do melão de São Caetano: (a) Após passar pelo processador; b) Suco obtido das folhas.



O processo de secagem em camada de espuma foi realizado para as condições do Experimento 3 (Tabela 4.1) (3% da concentração do agente espumante, 8 minutos de agitação e temperatura de secagem de 50 °C) que representa a menor temperatura de secagem aplicada nesse estudo, a fim de evitar a perda dos possíveis compostos voláteis presentes na folha, e menor concentração de agente espumante, para que não cause interferência desse material no produto final. O tempo total da secagem foi de 220 minutos. Na Figura 5.2 são mostradas as formas da espuma antes e após a secagem.

Figura 5.16 – Secagem da espuma das folhas de melão de São Caetano: a) Espuma antes da secagem; b) Material seco após a secagem.



5.1.1 Isotermas de adsorção e aplicação dos modelos matemáticos

Tem-se na Tabela 5.1 os resultados dos valores experimentais da umidade de equilíbrio do pó das folhas do Melão de São Caetano e suas respectivas atividades de água nas diferentes temperaturas estudadas. Verifica-se que para uma temperatura constante as umidades de equilíbrio (X_{eq}) aumentam com o aumento da atividade de água (a_w).

Tabela 5.3 – Valores da atividade de água (a_w) e umidade de equilíbrio (X_{eq}) do pó obtido das folhas do melão de São Caetano em diferentes temperaturas.

Temperatura					
15 °C		30 °C		45 °C	
a_w	X_{eq}	A_w	X_{eq}	a_w	X_{eq}
0,456	0	0,449	0	0,579	0
0,536	0,1157	0,542	0,0794	0,699	1,6598
0,548	0,1235	0,597	0,1559	0,719	0,8216
0,587	0,2225	0,672	0,3186	0,743	0,4284
0,660	0,3274	0,736	0,5078	0,784	0,4588
0,670	1,0941	0,798	0,3559	0,823	0,6461
0,721	0,5059	0,786	0,6461	0,858	0,9833
0,741	0,5519	0,855	0,9637	0,893	1,5147
0,750	0,5852	0,872	1,2225	0,895	1,2706
0,750	0,5852	0,881	1,3480	0,904	1,4667
0,835	0,8696	0,893	1,5451	0,917	1,7461
0,911	0,8941	0,922	2,2186	0,946	2,6206

Um aumento da temperatura, em geral, ocasiona uma diminuição na umidade de equilíbrio. Esse fato pode ser justificado com base no aumento da pressão de vapor da água no ar e na superfície do produto. Este aumento é maior na superfície do produto, visto que ela apresenta um maior número de moléculas de água que o ar. A maior pressão de vapor implica em maior perda de água, para que se atinja o equilíbrio (LAHSASNI et al., 2003). Esse comportamento foi observado por Silva et al. (2010) ao estudar as características higroscópicas e termodinâmicas do coentro desidratado; Alexandre, Figueirêdo e Queiroz (2007) apresentaram resultados similares para a secagem da pitanga, assim como Corrêa et al. (2002) para o estudo de isothermas de adsorção de cinco plantas medicinais: guacu (*Mikania glomerata*), alcachofra (*Cynara cardunculus* var. *scolymus*), confrei (*Symphytum officinale*), macarujá (*Passiflora edulis*) e capim limão (*Cymbopogon citratus*).

Entretanto, alguns pesquisadores observaram um comportamento diferente para as isothermas de sorção de alimentos ricos em açúcares cristalinos. Resultados semelhantes foram obtidos neste trabalho. Ao analisar uma faixa de atividade de água constante, observa-se que a umidade de equilíbrio aumentou com o aumento da temperatura. Ao estudar as isothermas da polpa de abacaxi, Gabas et al. (2007) encontraram um comportamento similar. Moreira et al. (2013) ao estudar o comportamento das isothermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada também obteve resultados parecidos.

De acordo com Tsami, Krokida e Drouzas (1999) muitos trabalhos sobre isothermas apresentam uma inversão do efeito da temperatura em atividades de água acima de 0,7 para alimentos com alto conteúdo de açúcares, como as frutas. O aumento da solubilidade dos açúcares na água, pelo incremento da temperatura, pode explicar esse comportamento (Moreira et al., 2013). Entretanto, não foi encontrado na literatura comportamento similar para isothermas de adsorção em folhas, apenas nesse trabalho.

O teor de °Brix refere-se à porcentagem de sólidos solúveis (açúcares e sais) contidos em uma solução. Essa análise utiliza o princípio de que soluções açucaradas possuem a mesma densidade na mesma concentração, mesmo que o açúcar seja diferente (SOROL et al. 2010). O Valor encontrado para o Brix no pó das folhas do melão de São Caetano obtido por secagem em camada de espuma foi de 45 °Brix, sendo superior a alguns valores encontrados na literatura (SILVA, 2021; OLIVEIRA et al., 2018). Para avaliar com maior precisão a presença de glicose no pó obtido, faz-se necessário uma avaliação mais detalhada da presença de açúcares redutores.

Alexandre, Figueirêdo e Queiroz (2007), em seu estudo sobre a pitanga em pó, também observou a diminuição da umidade de equilíbrio com o aumento da temperatura. A justificativa utilizada pelo autor foi em relação a higroscopicidade da pitanga em pó, que com o passar do tempo, torna-se menos higroscópica. Dessa forma, pode-se associar que o aumento da umidade de equilíbrio com a temperatura indicaria o pó das folhas do melão de São Caetano como um material higroscópico, condizente com Côrrea et al. (2002), que caracteriza as plantas medicinais como materiais higroscópicos. Foi possível observar o comportamento bastante higroscópico do pó por meio das isotermas de adsorção.

As modelagens matemáticas para as isotermas de adsorção foram realizadas para as três temperaturas separadamente, bem como para as temperaturas agrupadas. Apenas os modelos com resultados estatisticamente significativos foram considerados. A análise estatística foi realizada no software STATISTICA[®]. Para a temperatura de 15 °C apenas o modelo Oswin apresentou resultados estatisticamente significativos. Os parâmetros obtidos estão representados na tabela 5.2.

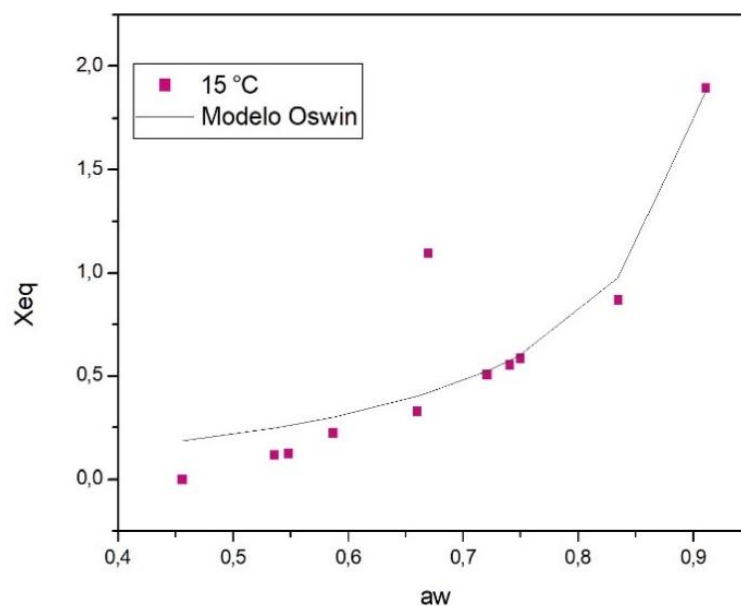
Tabela 5.4 – Valores dos parâmetros do modelo Oswin para a temperatura de 15 °C.

Oswin	Estimativa	Erro padrão	Start t	Valor-p	95% inferiores	95% superiores
A	0,105691	0,022041	4,79519	0,000729	0,056580	0,154801
B	1,177501	0,000000	13,44006	0,000000	1,030079	1,439493

$R^2 = 0,94646467$; $S = 0,29083395$.

A representação gráfica da isoterma de adsorção do pó das folhas do melão de São Caetano já com o ajuste matemático do modelo Oswin pode ser visualizado na Figura 5 3.

Figura 5.17 - Isotermas de adsorção do pó da folha do melão de São Caetano para a temperatura de 15 °C com ajuste matemático pelo modelo de Oswin.



Os modelos BET linear, Henderson e Oswin mostraram-se significativos para a temperatura de 30 °C, os parâmetros obtidos estão representados nas Tabelas 5.2, 5.3 e 5.4.

Tabela 5.5 – Valores dos parâmetros do modelo BET Linear para a temperatura de 30 °C.

BET linear	Estimativa	Erro padrão	Start t	Valor-p	95% inferiores	95% superiores
Xe	0,966525	0,028487	0,00	0,00	0,903051	1,029999
C	1,177501	0,000000	0,00	0,00	1,177501	1,177501

$R^2 = 0,97914902$; $S = 0,10802454$.

Tabela 5.6 – Valores dos parâmetros do modelo Henderson para a temperatura de 30 °C.

HENDERSON	Estimativa	Erro padrão	Start t	Valor-p	95% inferiores	95% superiores
K	1,884570	0,353800	5,326650	0,000335	1,096254	2,672887
n	0,364439	0,148164	2,459697	0,033694	0,034309	0,694566

$R^2 = 0,19117592$; $S = 0,21050152$.

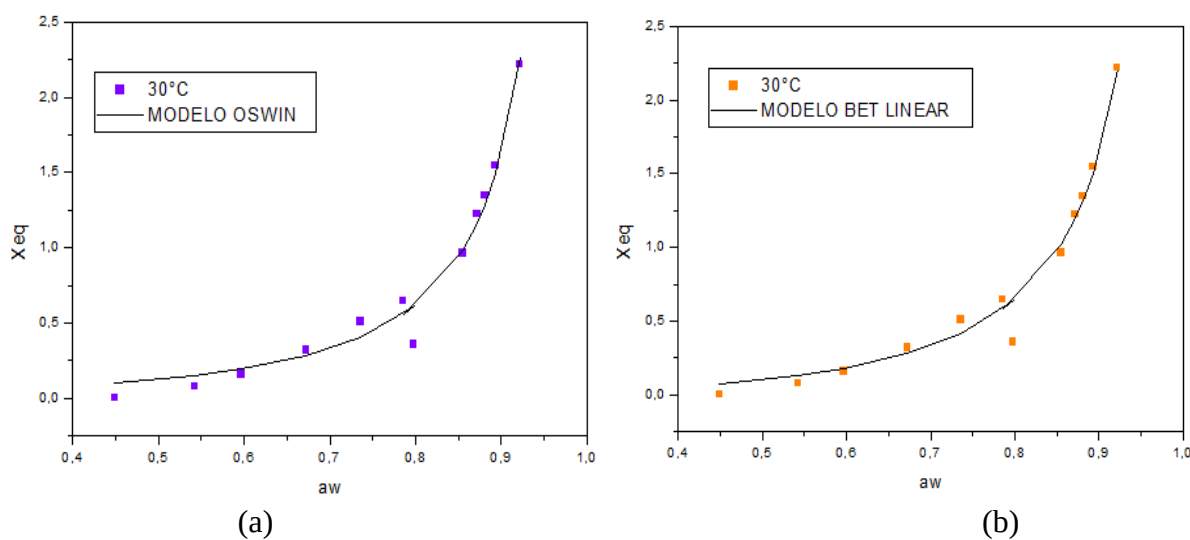
Tabela 5.7 – Valores dos parâmetros do modelo Oswin para a temperatura de 30 °C.

OSWIN	Estimativa	Erro padrão	Start t	Valor-p	95% inferiores	95% superiores
A	0,105691	0,022041	4,79519	0,000729	0,056580	0,154801
B	1,234786	0,091874	13,44006	0,000000	1,030079	1,439493

$R^2 = 0,97821935$; $S = 0,11284093$.

Os modelos que representam os melhores ajustes às isotermas, geralmente são aqueles que apresentam os menores valores de erros médios relativos e altos coeficientes de correção (R^2) (MOREIRA et al., 2013). Dessa forma, foram escolhidos apenas os modelos de Oswin e BET linear para representação gráfica a temperatura de 30 °C (Figura 5.4).

Figura 5.18 – Isotermas de adsorção do pó da folha do melão de São Caetano para a temperatura de 30 °C com ajuste matemático pelos modelos: (a) BET linear; (b) Oswin.



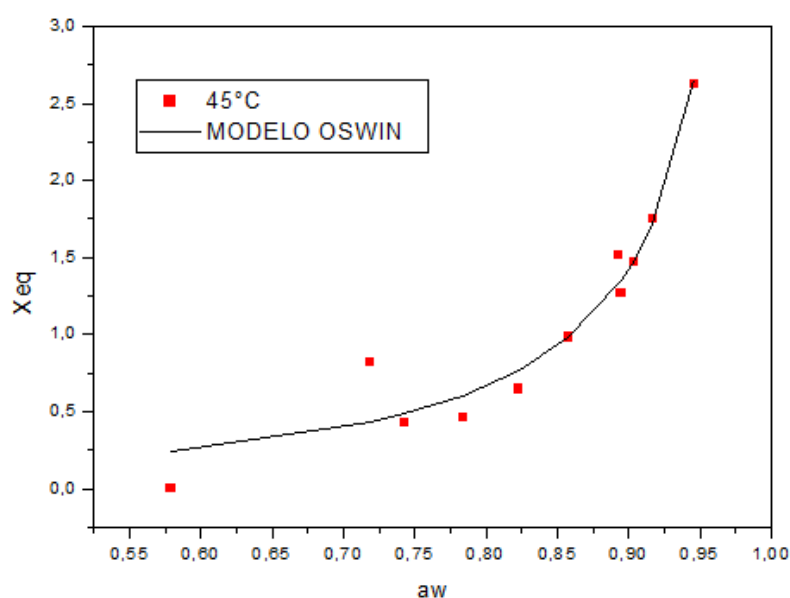
Para a temperatura de 45 °C, o modelo de Oswin foi o único que apresentou resultados estatisticamente significativos, apresentando um R^2 de 0,94. Os parâmetros obtidos e a representação gráfica estão mostrados na Tabela 5.6 e na Figura 5.5, respectivamente.

Tabela 5.8 – Valores dos parâmetros do modelo Oswin para a temperatura de 45 °C.

OSWIN	Estimativa	Erro padrão	Start t	Valor-p	95% inferiores	95% superiores
A	0,105691	0,022041	4,79519	0,000729	0,056580	0,154801
B	1,234786	0,091874	13,44006	0,000000	1,030079	1,439493

R^2 0,946465; S = 0,29083

Figura 5.19 – Isotermas de adsorção do pó da folha do melão de São Caetano para a temperatura de 45 °C com ajuste matemático pelo modelo de Oswin.



Ao agrupar as temperaturas estudadas, apenas o modelo de Oswin e Peleg apresentaram resultados estatisticamente significativos, podendo representar as isotermas de adsorção para o pó das folhas do melão de São Caetano.

Os parâmetros obtidos e a representação gráfica estão mostrados nas Tabelas 5.7 e 5.8 e na Figura 5.6, respectivamente.

Tabela 5.9– Valores dos parâmetros do modelo Oswin para as temperaturas agrupadas: 15, 30 e 45 °C.

OSWIN	Estimativa	Erro padrão	Start t	Valor-p	95% inferiores	95% superiores
A	0,185195	0,024483	7,56436	0,000000	0,135493	0,234898
B	0,952389	0,058250	16,35010	0,000000	0,834135	1,070642

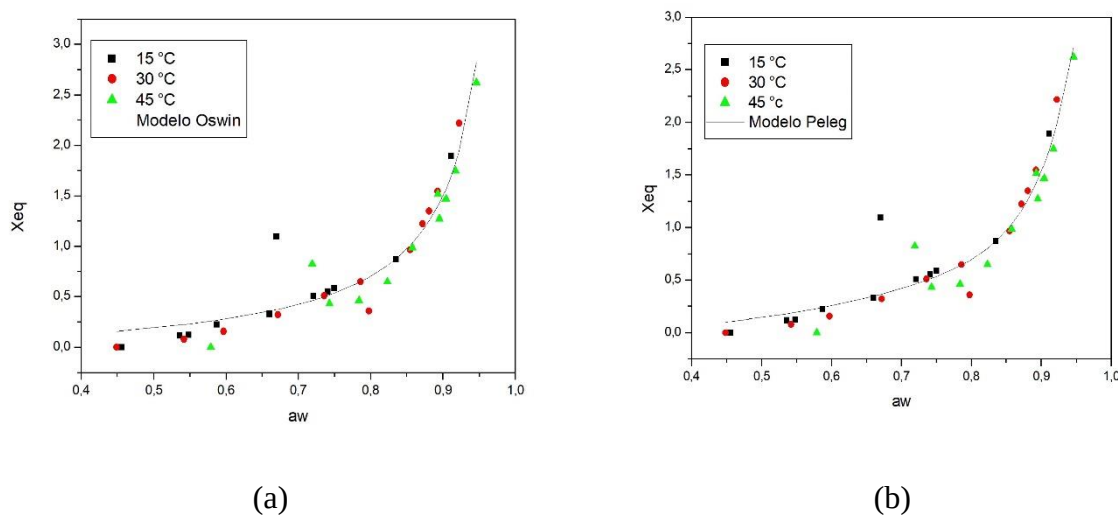
R^2 = 0,91977732; S = 1,31580918;

Tabela 5.10 – Valores dos parâmetros do modelo Peleg para as temperaturas agrupadas: 15, 30 e 45 °C.

PELEG	Estimativa	Erro padrão	Start t	Valor-p	95% inferiores	95% superiores
K1	4,82929	1,367705	3,530947	0,001246	2,046677	7,61191
n1	20,05671	6,818853	2,941361	0,005934	6,183650	33,92977
K2	1,35917	0,568720	2,389874	0,022722	0,202100	2,51624
n2	3,36522	1,151449	2,922593	0,006244	1,022576	5,70786

$R^2 = 0,92900844$; $S = 1,16440077$.

Figura 5.20 – Isotermas de adsorção do pó da folha do melão de São Caetano para as temperaturas agrupadas com ajuste matemático pelos modelos: (a) Oswin; (b) Peleg.

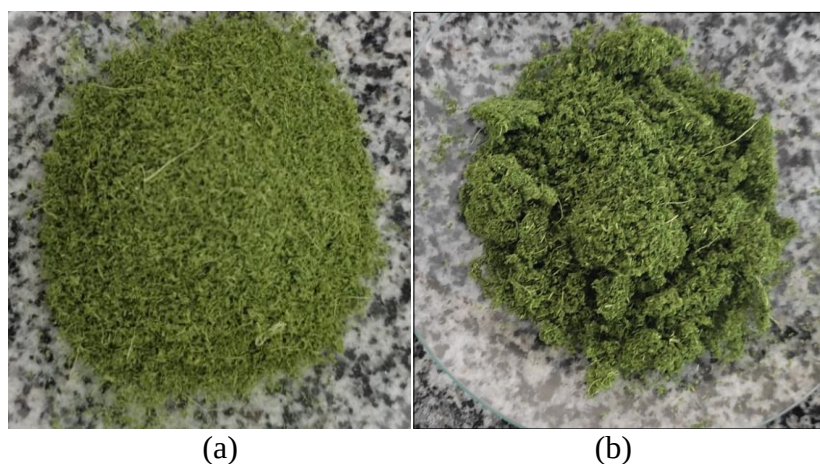


As curvas obtidas podem ser classificadas como tipo III, de acordo com Brunauer, Emmet e Teller (1938), igualmente foi observado por Silva et al. (2010) para o coentro desidratado e por Jamali et al. (2006) para as folhas de mastruz.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PÓS OBTIDOS

Os pós obtidos por secagem em camada de espuma e por liofilização estão representados na Figura 5.7.

Figura 5.21 – Pós obtidos ao final da secagem: (a) camada de espuma; (b) liofilização.



Os valores obtidos para a caracterização físico-química do pó obtido nas condições do experimento 3 estão descritos na Tabela 5.9.

Tabela 5.11 - Caracterização físico-química do pó obtido.

Análise	Pó obtido por secagem em camada de espuma	Pó obtido por liofilização
Cinzas (%)	$13,87 \pm 0,31$	$7,41 \pm 1,06$
Umidade (b.s)	$10,15 \pm 0,00$	$47,49 \pm 2,43$
Solubilidade (%)	$28,5 \pm 0,00$	$17,41 \pm 0,37$
Acidez total titulável (g/100 g)	$0,52 \pm 0,00$	$0,26 \pm 0,05$
Ácido ascórbico (mg/100 g)	$53,37 \pm 0,05$	$38,99 \pm 0,19$
SST (°Brix)	$45 \pm 0,00$	$25 \pm 0,00$
Lipídeos (%)	$6,44 \pm 0,50$	$4,48 \pm 0,17$
pH	9,30	8,90
Fenólicos totais (mg EAG/g de extrato)	$18,14 \pm 1,25$	-

O teor total de cinzas encontrado em materiais vegetais é baixo, um indicativo da baixa presença de elementos inorgânicos na planta (BAKARE et al., 2010). O pó das folhas do melão de São Caetano obteve uma porcentagem de $13,87 \pm 0,31$ para as cinzas, ficando bem próximo ao encontrado por Bakare et al. (2010) para as folhas da *Momordica charantia* secas. Para o pó obtido por liofilização, o teor de cinzas foi de $7,41 \pm 1,06$.

O valor encontrado para a umidade foi de $10,15 \text{ (b.s)} \pm 0,00$, um valor superior ao encontrado em outros estudos na literatura. Silva (2021) em seu trabalho com o pó da folha da amoreira negra (*Morus nigra*), encontrou valores entre $4,91 \text{ (b.s)} \pm 0,12$ e $9,20 \text{ (b.s)} \pm 0,29$. Lima (2020) estudou o pó das folhas do noni (*Morinda citrifolia* L.) e obteve $5,91 \text{ (b.s)} \pm 0,91$ como maior valor da umidade do pó. Silva (2020) atingiu uma umidade de $8,80 \text{ (b.s)} \pm 2,7$ no estudo do pó das folhas de guajiru (*Hrysobalanus icaco* L.) por meio da secagem em camada de espuma. Valores baixos de umidade são importantes pois dificultam o crescimento de microrganismos. O pó liofilizado apresentou um valor elevado de umidade, precisando de cuidados na hora do armazenamento, a fim de minimizar os efeitos microbiológicos indesejados.

A solubilidade é um dos parâmetros utilizado para verificar a capacidade do pó em manter-se homogêneo em uma mistura com a água (OLIVEIRA et al., 2020). Comparando com a literatura de secagem em camada de espuma, o resultado de $28,5 \pm 0,00$ indica uma baixa solubilidade em água (LEITE, 2018; OLIVEIRA et al., 2018). Esse resultado é indesejado caso o produto seja utilizado em formulações a base de água, principalmente na indústria cosmética; entretanto, pode ser resolvido com a adição de um agente dispersante na fórmula.

O termo “antioxidantes” referem-se aos componentes que podem atrasar ou inibir a oxidação dos lipídeos ou outras moléculas, inibindo a iniciação das reações oxidativas em cadeia e que podem assim prevenir ou reparar os danos causados às células do corpo. Eles agem como agentes redutores, catadores de radicais livres, potenciais complexantes de metais oxidantes. Componentes típicos que possuem atividade antioxidante podem ser caracterizados na vitamina C, vitamina E, carotenoides e compostos fenólicos (CRUZ et al., 2022; COUTO e CANNIATTI-BRAZACA, 2010; CHANWITHEESUK, TEERAWUTGULRAG e RAKARIYATHAM, 2005).

A acidez total titulável, medida em g de ácido cítrico por 100 g, e o ácido ascórbico foi de $0,52 \text{ g/100g} \pm 0,00$ e $53,7 \pm 0,05$, respectivamente, para o pó seco em camada de espuma. Silva (2021) obteve valores de ATT que ficaram entre $0,63 \pm 0,05$ a $1,38 \pm 0,11 \text{ g/100g}$ para as folhas da amoreira negra (*Morus nigra* L.). A quantificação de ácido ascórbico, no mesmo estudo, variou entre $0,5644 \pm 0,08$ e $1,1385 \text{ mg de ácido ascórbico/100g} \pm 0,08$. Vilar et al. (2020) obteve um valor de $20,51 \pm 2,68 \text{ mg de ácido ascórbico/100g}$ para o pó de um suco misto com folhas de espinafre, couve e hortelã. A quantidade de ácido cítrico presente no pó das folhas do melão de São Caetano é promissora para a utilização dessa matéria-prima como ativo em indústrias cosméticas.

O teor de sólidos solúveis totais é um importante fator que é usado como medida indireta do teor de açúcares presente no material. A faixa de °Brix encontrada por Souza (2021) para as folhas do alecrim ficou entre $16,3 \pm 0,9$ e $20,7 \pm 0,5$, inferior ao que foi observado nesse trabalho. O pó das folhas da graviola (*Annona muricata* Linn) apresentou o maior °Brix 47, mais próximo com o que foi encontrado para o pó das folhas do melão de São Caetano. O alto teor de sólidos solúveis encontrado pode ser explicado pela eliminação da parte da água presente no produto, gerando uma concentração maior de seus nutrientes.

Para a determinação dos lipídeos, identificou-se a quantidade de 6,44% superior ao encontrado por Bonfim (2019) quando utilizou o pó do gel da babosa (*Aloe vera*). Os lipídeos fazem parte da composição natural do cabelo e são ricos em ácidos graxos, cuja função é formar um fio sobre os fios e atuar na retenção hídrica, aumentando a resistência da cutícula. Os cabelos danificados acabam perdendo esse componente ao longo dos anos, sendo necessários produtos que auxiliem na reposição do mesmo. A quantidade encontrada de lipídeos no pó da folha do melão de São Caetano é bastante relevante para a sua utilização em formulações cosméticas.

Analisar o pH do material é importante pois ele atua como parâmetro para avaliar o grau de deterioração de alimentos, sendo um pH mais ácido um facilitador da conservação do mesmo (PINTO, LANDGRAF e FRANCO, 2019). O pH obtido para o pó das folhas do melão de São Caetano foi de 9,30. Oliveira (2018) em seu trabalho sobre secagem em camada de espuma da folha da graviola (*Annona muricata*), encontrou valores levemente ácidos variando entre 5,34 e 5,98. Fazendo um comparativo com outros trabalhos da literatura, o valor do potencial hidrogeniônico das folhas do melão de São Caetano não se encontra dentro da faixa de outras folhas. O pH obtido para o pó seco por liofilização foi menor do que o encontrado por secagem em camada de espuma, mas também apresenta um caráter básico.

Dentre as inúmeras classes de substâncias com ação antioxidante de ocorrência natural, os compostos fenólicos têm recebido muita atenção nos últimos anos. A atividade antioxidante desses compostos deve-se, principalmente, às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres, tanto na iniciação como na propagação do processo oxidativo (SOUSA et al., 2007). Dessa forma, a quantificação de fenólicos totais torna-se extremamente importante.

O valor obtido para a análise dos compostos fenólicos para o pó na condição experimental 3 foi de 18,14 mg de EAG/g de extrato $\pm 1,25$. O valor ficou abaixo da faixa observada no estudo sobre diferentes espécies de *Momordica*, de Nagarani, Abirami e Siddhuraju (2014), que ficou entre 33,9 e 49,31 mg de EAG/g de extrato. Kubola e

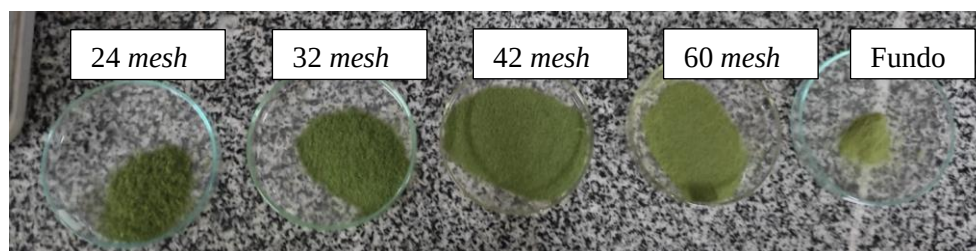
Sirianornpum (2008) reportaram valores ainda maiores (47,4 mg de EAG/g de extrato) $\pm 0,71$ para as folhas da *Momordica charantia*. A diferença dos valores encontrados na literatura para o presente estudo pode estar relacionada aos diferentes solventes utilizados para se obter o extrato e as variadas concentrações de estudo.

De um modo geral, o pó liofilizado apresentou resultados menores quando comparado com o pó obtido por secagem em camada de espuma, indicando a possível interferência do agente espumante para as análises realizadas.

5.2.1 Análise granulométrica

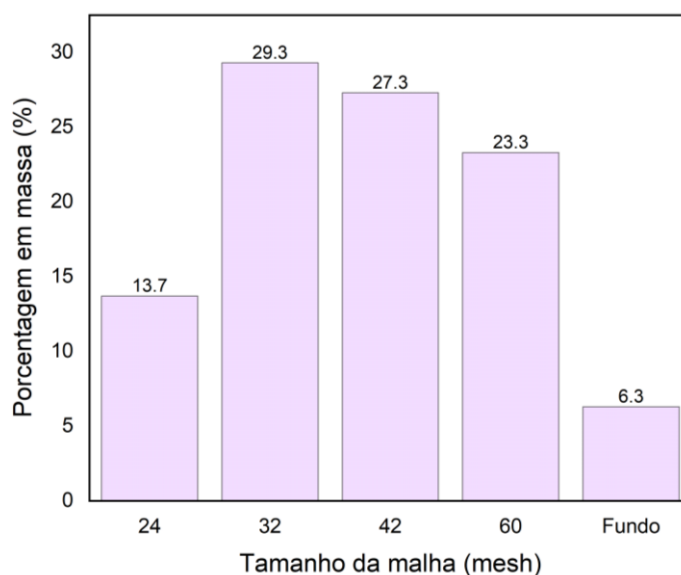
As frações do pó que foram retidas em cada peneira está representada na Figura 5.8. Observando-se a figura, é possível perceber que a peneira que reteve o maior volume de pó foi a de 42 *mesh*.

Figura 5.22 – Retenção do pó em cada peneira.



A partir do gráfico de distribuição granulométrica simples (Figura 5.9) foi observado a porcentagem de material retido em cada malha. A peneira de *mesh* 32 foi a que apresentou a maior porcentagem em massa de retidos, com 29,3% em massa, diferente do que podemos observar na Figura 5.8, pois mesmo tendo maior volume o tamanho da partícula tem maior influência na massa do pó. Também pode-se identificar que houve material passante pela última peneira, *mesh* 60, retido no suporte e identificado como “Fundo”.

Figura 5.23 – Distribuição granulométrica simples.



5.3 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES COSMÉTICAS CONTENDO O PÓ DO MELÃO DE SÃO CAETANO

As formulações obtidas para o xampu e condicionador são observadas nas Figuras 5.10 e 5.11, respectivamente. Para o teste de mechas, utilizou-se o produto controle, sem adição do pó, e as concentrações de 0,5; 1,5 e 2,0% do pó do melão de São Caetano.

Figura 5.24 – Xampus utilizados para os testes de mechas.



Figura 5.25 – Condicionadores utilizados para os testes de mechas.



Em relação aos aspectos visuais, foi possível observar que a coloração dos produtos se intensificou à medida que a concentração utilizada de pó aumentou. Não foi observado nenhuma alteração no pH e na viscosidade com esse aumento.

5.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FORMULAÇÕES COSMÉTICAS OBTIDAS

5.4.1 Determinação do pH

Uma das propriedades mais importantes de um cosmético é o potencial hidrogeniônico (pH), que deve ser o mais próximo possível do pH natural da região onde ocorrerá a aplicação do produto. O pH do cabelo é ácido, ficando na faixa de 4,5-5,5. A sua acidez se deve à produção de ácidos graxos pelas glândulas sebáceas (CORREIA et al., 2014; MADNANI e KHAN, 2013; BARBOSA e SILVA, 1995).

Os xampus apresentam um pH de 5 a 7, já os condicionadores se encontram na faixa de 3 e 5. A manutenção desses valores inibe a proliferação de fungos e bactérias. Dessa forma, as formulações precisam conter ingredientes cuja função é manter o pH do cabelo lavado próximo do seu pH natural, conservando a estrutura do cabelo tratada (CRUZ et al., 2016; CORREIA et al., 2014). Os valores de pH obtidos para as formulações de xampu e condicionador foram respectivamente 5,13 e 4,60, ficando dentro do esperado.

5.4.2 Medição da tensão superficial

Os valores obtidos para tensão superficial dos xampus com ativo, controle e comercial estão listados na Tabela 5.10.

Tabela 5.12 - Tensão superficial dos xampus produzidos.

Xampu	Tensão Superficial (dynas/cm)
Concentração 0,5%	32,8
Concentração 1,5%	33,5
Concentração 2,0%	34,8
Controle	36,0
Comercial	31,9

O termo “tensão superficial” indica a quantidade de surfactante presente no xampu para reduzir esse efeito. Bons xampus reduzem a tensão superficial da água pura de 72 dynas/cm para 40 dynes/cm a 25 °C, melhorando assim a detergência. Quanto menor for a tensão superficial mais forte é a capacidade de limpeza do produto (SBHATU et al., 2020). As tensões superficiais das formulações desenvolvidas ficaram entre 36,0 a 32,8 dynas/cm. Kumar e Mali (2010) encontraram valores de tensão superficial para um xampu com ervas de 31,37 a 33,32 dynes/cm. Um valor próximo (38,72 dynas/cm) foi encontrado por Badi e Khan (2014) que também estudou formulações a base de ervas, sendo semelhante ao encontrado no xampu comercial Herbal Essences® (38,26 dyn/cm) que foi usado no mesmo estudo para efeitos de comparação. Chandran et al. (2013) analisaram a tensão superficial em formulações anti-caspa desenvolvidas à base de fontes naturais, os resultados obtidos ficaram entre 24,76 a 25,86 dynas/cm, indicando uma boa ação detergente. Outras pesquisas sobre formulações de xampus herbais obtiveram valores de tensão superficial entre 30 a 40 dynas/cm.

As concentrações utilizadas do pó das folhas do melão de São Caetano foram diretamente proporcionais à tensão superficial do produto. Entre todas as formulações desenvolvidas no trabalho, o xampu com concentração de 0,5% do ativo apresentou a menor tensão superficial (32,8 dynas/cm) indicando uma maior capacidade de limpeza em relação as demais concentrações, incluindo o produto controle, que apresentou um valor de tensão superior aos outros. Além disso, foi possível verificar que as tensões superficiais dos xampus formulados são equivalentes ao produto de mercado que foi avaliado. A incorporação do pó das folhas do melão de São Caetano a formulações de xampu mostrou-se bastante promissora, uma vez que, mesmo utilizado em baixas concentrações, melhora o poder de limpeza do produto.

5.4.3 Avaliação do poder de espuma

Embora a formação de espuma não tenha relação com a capacidade de limpeza dos xampus, é de suma importância para o consumidor, sendo, portanto, um importante critério na

avaliação do mesmo (BADI e KHAN, 2014). Os resultados obtidos para avaliação do poder de espuma estão representados na Tabela 5.11. Bons xampus apresentam espumas mais estáveis e maiores após a agitação. O volume e a estabilidade da espuma formada (Figuras 5.12 a 5.16) são os principais parâmetros de qualidade de um xampu (DEEKSHA, MALVIYA e KUMAR, 2014).

Tabela 5.13 - Poder de espuma dos xampus produzidos.

Xampu	Antes	Depois (Após 5 minutos)
Concentração 0,5%	$7,63 \pm 0,54$	$6,83 \pm 0,23$
Concentração 1,5%	$8,97 \pm 1,38$	$8,60 \pm 0,56$
Concentração 2,0%	$8,60 \pm 0,94$	$8,50 \pm 0,7$
Controle	$8,40 \pm 0,56$	$7,6 \pm 0,94$
Comercial	$8,57 \pm 0,66$	$8,7 \pm 0,69$

Figura 5.26 – Avaliação do poder de espuma do xampu com concentração 2,0% de ativo: (a) antes; (b) depois de 5 minutos.



(a)

(b)

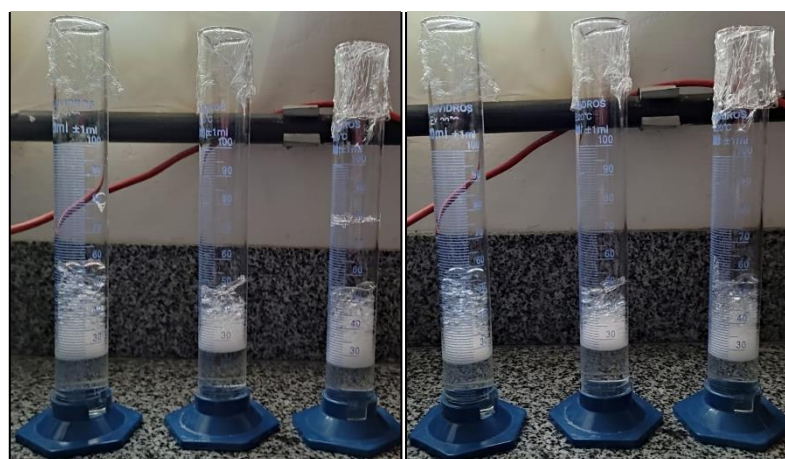
Figura 5.27 – Avaliação do poder de espuma do xampu com concentração 1,5% de ativo: (a) antes; (b) depois de 5 minutos.



(a)

(b)

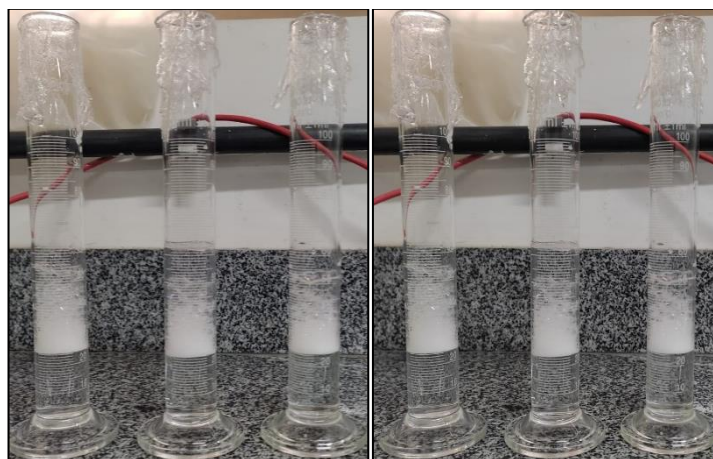
Figura 5.28 – Avaliação do poder de espuma do xampu com concentração 0,5% de ativo: (a) antes; (b) depois de 5 minutos.



(a)

(b)

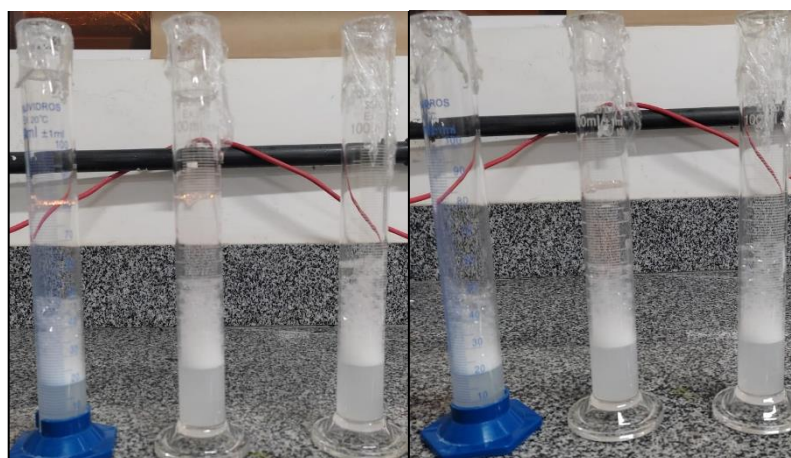
Figura 5.29 Avaliação do poder de espuma do xampu controle: (a) antes; (b) depois de 5 minutos.



(a)

(b)

Figura 5.30 – Avaliação do poder de espuma do xampu comercial: (a) antes; (b) depois de 5 minutos.



(a)

(b)

Todas as formulações de xampu à base do pó das folhas do melão de São Caetano tiveram capacidade de produzir espumas estáveis no sentido decrescente da concentração utilizada, mantendo o comprimento e o volume aparente por mais de quatro minutos. Similar ao que foi observado por Sbhatu et al. (2020) em suas formulações usando *Aloe adigratana* Reynolds. O xampu controle teve uma leve redução do comprimento da espuma após o tempo de pausa. O xampu comercial também apresentou espumas estáveis. As formulações contendo

qualquer concentração do ativo em pó apresentaram resultados satisfatórios no parâmetro de poder de espuma e são compatíveis com o xampu de mercado.

5.4.4 Estudo da estabilidade acelerada das formulações obtidas

O estudo de estabilidade foi realizado com o objetivo de garantir a segurança do consumidor final. Variáveis relacionadas à formulação, ao processo de fabricação, ao material de acondicionamento e às condições ambientais e de transporte, assim como cada componente da formulação, seja um ativo ou não, podem influenciar na estabilidade de um produto (MENDONÇA et al., 2009). O estudo acelerado indica a possibilidade de possíveis desvios e permite o ajuste da fórmula antes do produto sair da fábrica.

As formulações submetidas ao estudo de estabilidade continham 2,0% da concentração do pó, pois se tivesse qualquer possível alteração, não seria observado em concentrações menores. A formulação de xampu para o estudo de estabilidade é mostrada na Figura 5.17.

Figura 5.31 – Formulação de xampu para estudo de estabilidade contendo 2,0% do pó da folha do melão de São Caetano.



Nas Tabelas 5.12 a 5.15 estão descritos os valores obtidos para a estabilidade do xampu por meio do acompanhamento dessas formulações para cada uma das condições estudadas.

Tabela 5.14 – Estudo da estabilidade do xampu contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição ambiente.

continua		
Parâmetros	Semana Inicial	Semana Final
Aspecto	Líquido Viscoso	M
Cor	Verde	N

Tabela 5.15 – Estudo da estabilidade do xampu contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição ambiente.

		conclusão
Odor	Característico	N
pH	5,13	4,64
Rotor	2	1
Speed (RPM)	30 RPM	12 RPM
Viscosidade (mPa S)	999	499,5

*N: normal; M: modificado.

Tabela 5.16 – Estudo da estabilidade do xampu contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição geladeira.

Parâmetros	Semana Inicial	Semana Final
Aspecto	Líquido Viscoso	M
Cor	Verde	N
Odor	Característico	M
pH	5,13	4,37
Rotor	2	1
Speed (RPM)	30 RPM	12 RPM
Viscosidade (mPa S)	999	499,5

*N: normal; M: modificado.

Tabela 5.17 – Estudo da estabilidade do xampu contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição sol.

Parâmetros	Semana Inicial	Semana Final
Aspecto	Líquido Viscoso	M
Cor	Verde	N
Odor	Característico	M
pH	5,13	4,37
Rotor	2	1
Speed (RPM)	30 RPM	12 RPM
Viscosidade (mPa S)	999	499,5

*N: normal; M: modificado.

Tabela 5.18 – Estudo da estabilidade do xampu contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição estufa (50 °C).

		continua
Parâmetros	Semana Inicial	Semana Final
Aspecto	Líquido Viscoso	M
Cor	Verde	LM

Tabela 5.19 – Estudo da estabilidade do xampu contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição estufa (50 °C).

		conclusão
Odor	Característico	M
pH	5,13	4,37
Rotor	2	1
Speed (RPM)	30 RPM	12 RPM
Viscosidade (mPa S)	999	499,5

*N: normal; LM: levemente modificado; M: modificado.

Com o estudo foi observado que o xampu contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano não apresentou uma boa estabilidade nas semanas de análise. O pH sofreu alterações, entretanto não foram variações muito bruscas a ponto de oferecer algum risco ao consumidor final. Já a viscosidade diminuiu de forma significativa, deixando o produto menos viscoso. Entretanto, a viscosidade do outro não altera a performance do mesmo, limitando-se apenas ao visual do produto. Em relação aos aspectos organolépticos foi possível observar alterações na cor e odor, principalmente nas condições de sol e estufa (50 °C), demonstrando que o calor interfere nessas condições, além da formação de um precipitado, indicando que o agente utilizado para suspender o pó não foi suficiente. As alterações visuais não alteraram a qualidade do produto. A formulação de condicionador para o estudo de estabilidade é mostrada na Figura 5.18.

Figura 5.32 – Formulação de condicionador contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano para estudo de estabilidade.



Nas Tabelas 5.16 a 5.19 estão descritos os valores obtidos para a estabilidade do condicionador por meio do acompanhamento dessas formulações para cada uma das condições estudadas.

Tabela 5.20 - Estudo da estabilidade do condicionador contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição ambiente.

Parâmetros	Semana Inicial	Semana Final
Aspecto	Emulsão viscosa	N
Cor	Verde claro	N
Odor	Característico	N
pH	4,60	4,80
Rotor	3	3
Speed (RPM)	12 RPM	12 RPM
Viscosidade (mPa S)	9999	9999

*N: normal; LM: levemente modificado.

Tabela 5.21 - Estudo da estabilidade do condicionador contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição geladeira.

Parâmetros	Semana Inicial	Semana Final
Aspecto	Emulsão viscosa	N
Cor	Verde claro	N
Odor	Característico	N
pH	4,60	4,87
Rotor	3	3
Speed (RPM)	12 RPM	12 RPM
Viscosidade (mPa S)	9999	9999

*N: normal; LM: levemente modificado.

Tabela 5.22 - Estudo da estabilidade do condicionador contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição sol.

Parâmetros	Semana Inicial	Semana Final
Aspecto	Emulsão viscosa	N
Cor	Verde claro	N
Odor	Característico	N
pH	4,73	4,64
Rotor	3	3
Speed (RPM)	12 RPM	12 RPM
Viscosidade (mPa S)	9999	9999

*N: normal.

Tabela 5.23 - Estudo da estabilidade do condicionador contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano na condição estufa.

continua

Parâmetros	Semana Inicial	Semana Final
Aspecto	Emulsão viscosa	N
Cor	Verde claro	LM
Odor	Característico	LM
pH	4,72	4,65
Rotor	3	3
Speed (RPM)	12 RPM	12 RPM
Viscosidade (mPa S)	9999	9999

*LM: levemente modificado.

O condicionador contendo 2,0% do pó das folhas do melão de São Caetano apresentou pequenas mudanças ao longo do estudo. A viscosidade se manteve inalterada durante as semanas. O pH permaneceu na faixa 4,0-5,0, sem variações bruscas. As características organolépticas também apresentaram leves modificações, em especial nas condições de sol e estufa a 50 °C, como foi observado para o xampu. Dessa forma, foi possível concluir que o condicionador apresentou uma boa estabilidade.

5.5 ESTUDO COM DIFERENTES TIPOS DE MECHAS

5.5.1 Teste de penteabilidade e comprimento dos fios

Os dados observados da penteabilidade, representados pelo número de vezes que o pente percorre o cabelo, e do comprimento das mechas para as diversas formulações são descritos nas Tabelas 5.20 a 5.24.

Tabela 5.24 – Efeito das formulações de xampu e condicionador na penteabilidade das mechas do cabelo tipo I.

Penteabilidade	Mecha 1 (Controle)	Mecha 2 (C = 0,5%)	Mecha 3 (C = 1,5%)	Mecha 4 (C = 2,0%)
Antes da aplicação (seco)	1x	1x	3x	2x
Depois da aplicação (úmido)	1x	1x	1x	1x

Tabela 5.25 – Efeito das formulações de xampu e condicionador no comprimento das mechas do cabelo tipo I.

Comprimento	Mecha 1 (Controle)	Mecha 2 (C = 0,5%)	Mecha 3 (C = 1,5%)	Mecha 4 (C = 2,0%)
Antes da aplicação (seco)	25,5 cm	28,0 cm	32,0 cm	28,5 cm
Depois da aplicação (úmido)	29,0 cm	31,5 cm	34,5 cm	32,5 cm

Tabela 5.22 – Efeito das formulações de xampu e condicionador na penteabilidade das mechas do cabelo tipo III.

Penteabilidade	Mecha 1 (Controle)	Mecha 2 (C = 0,5%)	Mecha 3 (C = 1,5%)	Mecha 4 (C = 2,0%)
Antes da aplicação (seco)	5x	6x	6x	7x
Depois da aplicação (úmido)	2x	2x	2x	2x

Tabela 5.23 – Efeito das formulações de xampu e condicionador no comprimento das mechas do cabelo tipo III.

Comprimento	Mecha 1 (Controle)	Mecha 2 (C = 0,5%)	Mecha 3 (C = 1,5%)	Mecha 4 (C = 2,0%)
Antes da aplicação (seco)	26,0 cm	27,5 cm	30,5 cm	33,0 cm
Depois da aplicação (úmido)	32,0 cm	30,5 cm	34,5 cm	32,5 cm

Tabela 5.24 – Efeito das formulações de xampu e condicionador na penteabilidade das mechas do cabelo tipo IV.

Penteabilidade	Mecha 1 (Controle)	Mecha 2 (C = 0,5%)	Mecha 3 (C = 1,5%)	Mecha 4 (C = 2,0%)
Antes da aplicação (seco)	5x	4x	4x	5x
Depois da aplicação (úmido)	2x	1x	2x	1x

Tabela 5.25 – Efeito das formulações de xampu e condicionador no comprimento das mechas do cabelo tipo IV.

Comprimento	Mecha 1 (Controle)	Mecha 2 (C = 0,5%)	Mecha 3 (C = 1,5%)	Mecha 4 (C = 2,0%)
Antes da aplicação (seco)	26,0 cm	22,50 cm	22,5 cm	23,5 cm
Depois da aplicação (úmido)	28,5 cm	28,50 cm	29,5 cm	26,5 cm

A melhora na penteabilidade está relacionada ao aumento da suavidade na superfície da fibra capilar, à diminuição da rugosidade e ao fechamento das camadas cuticulares mais externas da fibra. Essas características podem ser consideradas como o estado de condicionamento da fibra que deve ser melhorado, diminuindo o atrito durante o ato de pentear e, por consequência, a energia total despendida nessa ação (APPAS, 2021). Todos os tipos de cabelo estudados apresentaram diminuição da penteabilidade tanto para as diferentes concentrações do xampu e condicionador, como o controle.

Para os cabelos do tipo I, foi observado uma melhor atuação para as formulações com as concentrações de 1,5 e 2,0%. As mechas do tipo III obtiveram menor penteabilidade para as concentrações estudadas, em especial a de 2,0%, quando comparado com o controle. O mesmo efeito foi observado para as mechas do tipo IV. O comprimento de todas as mechas aumentou após a lavagem com o xampu e condicionador contendo o pó da folha do melão de São Caetano, bem como o controle.

Nas Figuras 5.19; 5.20 e 5.21 estão ilustrados os tipos de mechas para avaliação visual, antes e após a aplicação das formulações de xampu e condicionador contendo o pó das folhas do melão de São Caetano e controle.

Figura 5.33 – Mechas tipo I: (a) antes da aplicação e (b) após a aplicação das formulações contendo o pó das folhas do melão de São Caetano e controle.



(a)



(b)

Figura 5.34 – Mechas tipo III: (a) antes da aplicação e (b) após a aplicação das formulações contendo o pó das folhas do melão de São Caetano e controle.



(a)



(b)

Figura 5.35 – Mechas tipo IV: (a) antes da aplicação e (b) após a aplicação das formulações contendo o pó das folhas do melão de São Caetano e controle



(a)



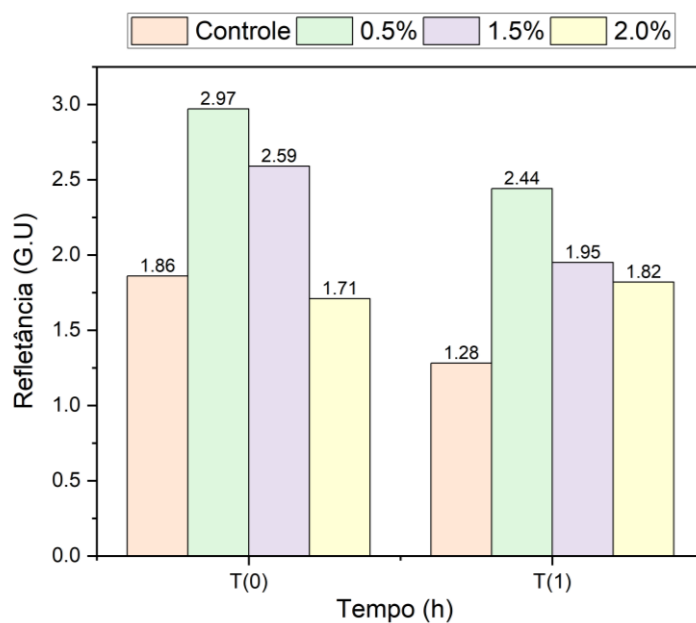
(b)

Pela análise qualitativa, foi possível observar um melhor alinhamento e redução de frizz para todas as mechas. Os cabelos do tipo IV apresentaram uma maior definição dos cachos, após o uso das formulações.

5.5.2 Análise de Brilho

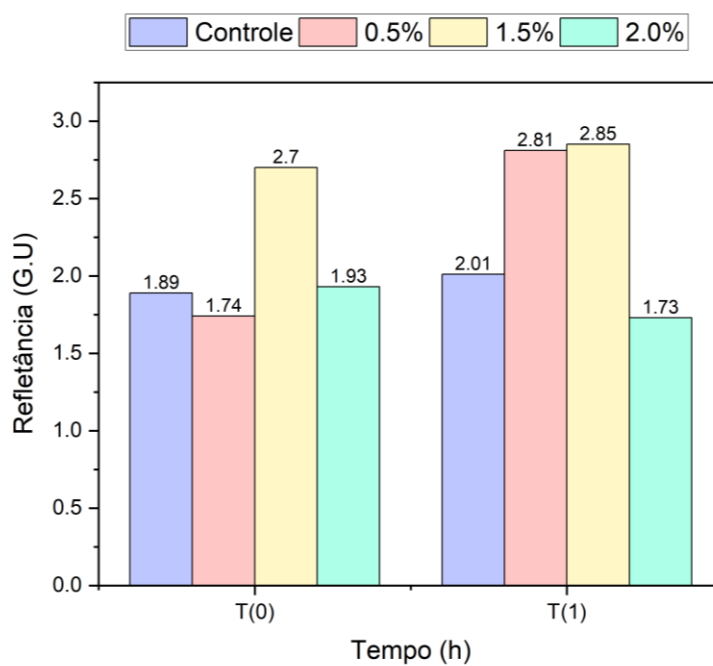
A tendência dos cabelos saudáveis é apresentar um brilho natural e luminoso, sem o aspecto oleoso. Nas Figuras 5.22 a 5.24 são mostrados os valores médios, fornecidos pelo próprio *software*, encontrados para a refletância dos diferentes tipos de mechas antes e após a lavagem.

Figura 5.36 – Resultado da análise de brilho nas mechas de cabelo tipo I.



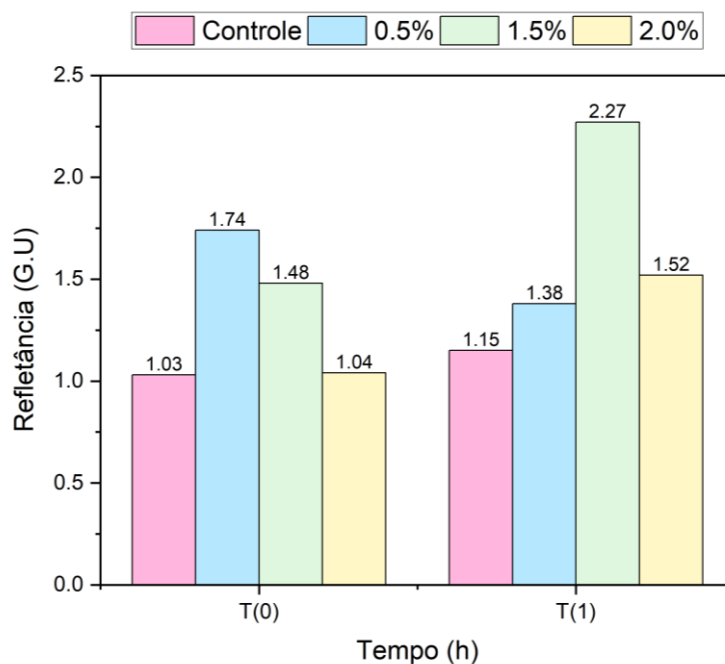
*G.U: Gloss units.

Figura 5.37 – Resultado da análise de brilho nas mechas de cabelo tipo III.



*G.U: Gloss units.

Figura 5.38 – Resultado da análise de brilho nas mechas de cabelo tipo IV.



*G.U: Gloss units.

O aumento na refletância e consequentemente no brilho é observado de forma diferente para os tipos de mechas. As mechas do tipo I apresentaram um aumento do brilho na concentração de 2,0%. Para o tipo III, o aumento foi observado para as concentrações 0,5 e 1,5%. Por fim, os cabelos do tipo IV obtiveram os melhores resultados para as formulações com concentração de 1,5 e 2,0%. O controle também apresentou um aumento no brilho para os tipos de cabelo III e IV. Dessa forma, todas as concentrações utilizadas responderam de forma positiva quando analisado o brilho, mesmo quando foi usado apenas 0,5% do pó da folha do melão de São Caetano.

6 CONCLUSÕES

- O pó das folhas do melão de São Caetano obtido por meio da técnica de secagem em camada de espuma apresentou uma coloração verde, granulometria fina e um pH de 9,30, apresentando um caráter básico.
- Os pós das folhas do melão de São Caetano obtido pelas duas técnicas apresentaram baixa solubilidade, justificando a dificuldade de incorporação do mesmo na formulação do xampu. A secagem por liofilização mostrou resultados inferiores quando comparados com a secagem em camada de espuma, mostrando a vantagem da utilização desse último processo em comparação ao primeiro. A presença de ácido cítrico, vitamina C e fenólicos totais foram promissores para a aplicação do pó em formulações cosméticas.
- As isotermas apresentaram um comportamento semelhante para todas as temperaturas analisadas, indicando a pouca influência da temperatura sobre as mesmas. O material se mostrou bastante higroscópico, aumentando consideravelmente a atividade de água com o passar das horas. O modelo de Oswin mostrou-se significativo para todas as temperaturas. Para a temperatura de 30 °C, o modelo BET linear também se ajustou. As isotermas para as temperaturas agrupadas foram melhor representadas pelos modelos de Oswin e Peleg. As isotermas obtidas foram classificadas como tipo III.
- Os testes de estabilidade para o xampu e condicionador mostraram-se satisfatórios apenas para o condicionador, que permaneceu com a estabilidade praticamente inalterada, apenas com algumas mudanças no pH. O pó do melão de São Caetano, pela baixa solubilidade com água, apresentou grande resistência na incorporação do xampu, sendo necessário avaliar a utilização de outros agentes espessantes para o melhor ajuste da fórmula.
- As espumas formadas após a agitação permaneceram mais estáveis no sentido decrescente de concentração, mesmo após o tempo de pausa, sendo comparadas com o produto de mercado analisado. Os xampus contendo o ativo em pó das folhas de melão de São Caetano apresentam um bom poder de detergência, principalmente para a menor concentração de ativo utilizada. Para o teste de penteabilidade, as formulações contendo as concentrações de 1,5 e 2,0% atingiram os melhores resultados. O comprimento dos cabelos após o uso dos produtos aumentou para

todos os casos analisados, o que já era de se esperar. A partir de uma análise visual foi possível observar também que as mechas apresentaram uma melhor definição e redução do frizz após a utilização do xampu e condicionador. Ao avaliar o brilho, observou-se que todas as concentrações aumentaram o nível de brilho em algum tipo de cabelo.

- Com base nos dados obtidos do presente estudo, conclui-se que a secagem em camada de espuma torna-se uma boa alternativa para obtenção do pó das folhas do melão de São Caetano e que o mesmo apresentou resultados satisfatórios para a sua utilização como um novo ativo natural em produtos cosméticos, uma vez que, a sua utilização em baixas concentrações já acarretou em benefícios aos cabelos.

REFERÊNCIAS

- ABASCAL K, GANORA L, YARNELL E. The effect of freeze drying and its implications for botanical medicine: a review. **Phytother**, V.18, p. 655–660, 2005.
- ABRAHAM, L.S.; MOREIRA, A.M.; MOURA, L.H de.; REIS, M.F.; DIAS, G. Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica (parte 1). **Surgical & Cosmetic Dermatology**, v.1, n.3, p.130-136, 2009.
- ADRIANTO, D.; KURNIATIN, P.A.; AULYA, S.; ERIYANTI, D. The usage of *Momordica charantia* as face cleansing cosmetics: *Momordica charantia* leaves extract as absorbent of heavy metal, surface tension reducter and skin antibacterial. **Current Biochemistry**, v.3, n.3, p.138-144, 2016.
- AITMOHAMED, L.; KOUHILA, M.; JAMALI, A.; LAHSASNI, S.; MAHROUZ, M. Moisture sorption isotherms and heat of sorption of bitter orange leaves (*Citrus aurantium*), **Journal of Food Engineering**, v. 67, p.491-498, 2005.
- ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. DE; QUEIROZ, A. J. DE M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, p.11-20, 2007.
- ALMEIDA, E. C. C. **Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo extrato de algaroba (*Prosopis juliflora* Sw Dc.) e avaliação de seus benefícios na pele de voluntários.** Xx f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.
- AMIRALIAN, L.; FERNANDES, C. R. Condicionadores. **Cosmetics & Toiletries**, v. 30, p. 28-30, 2018b.
- AMIRALIAN, L.; FERNANDES, C. R. Shampoos. **Cosmetics & Toiletries**, v. 30, p. 30 - 33, 2018a.
- AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official Methods of Analysis**. 17th Ed. Gaithersburg, M, 2000.
- APPAS, C. T. F. Restauração da hidrofobicidade e da resiliência capilar. **Cosmetics & Toiletries**, v. 33, n. 2, p. 28-32, 2021.
- ARAÚJO, L.A. **Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo óleos vegetais para a proteção e reparação capilar.** Xxx f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.
- ARGYROPOULOS, D.; ALEX, R.; KOHLER, R.; MULLER, J. Moisture sorption isotherms and isosteric heat of sorption of leaves and stems of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) established by dynamic vapor sorption. **LWT – Food, Sience and Technology**, v. 47, p.324-331, 2012.

- ASSIS, J. P.; LINHARES, P.C.F.; PEREIRA, M.F.S.; MOREIRA, J.C. Avaliação biométrica de caracteres do melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 505-514, 2015.
- BADI, K. A.; KHAN, S. A. Formulation, evaluation and comparison of the herbal shampoo with the commercial shampoos. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Science**, v. 3, p. 301-305, 2014.
- BAHLOUL, N.; BOUDHRIOUA, N.; KECHAOU, N. Moisture desorption-adsorption isotherms and isosteric heats of sorption of Tunisian olive leaves (*Olea europaea* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 28, p. 162-176, 2008.
- BAKARE, R. I.; MAGBAGBEOLA, O. A.; AKINWANDE, A. I.; EBUEHI, O. A. Nutritional and chemical evaluation of *Momordica charantia*. **Journal of Medicinal Plant Research**, v. 4, p. 2189-2193, 2010.
- BARBOSA, A.B.; SILVA, R.R. Xampus. **Química Nova Escola**. n. 2, p.1-4. 1995.
- BARBOSA-FILHO, J. M.; et. al. Antiinflammatory activity of alkaloids: a twenty-century review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 1, p. 109-134, 2006.
- BASIT, A., MAJEED, M. Z.; AHMED, S.; GOHAR, A.; JAVAID, M. In Situ Evaluation of Different Refractive Color Sheets and Reduced-Risk Insecticide Formulation Against *Bactrocera cucurbitae* (*Diptera tephritidae*) on Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.). **Pakistan Journal of Agricultural Research**, v. 31, p. 166-170, 2018.
- BEZERRA, J. A.; ROEWER, S. P.; ANDRADE, K. L. Avaliação do conhecimento sobre o uso da banana prata (*Musa spp.*) na hidratação capilar. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 12, p. 1-12, 2020.
- BHARATHI, L. K; JHON, K. J. ***Momordica genus in Asia – Na Overview***. Springer, 2013.
- BHUSHAN, B. Nanoscale characterization of human hair and hair conditioners. **Progress in Materials Science**, v. 53, n. 4, p. 585-710, 2008.
- BOLDUC, C.; SHAPIRO, J. Hair care products: waving, straightening, conditioning, and coloring. **Clinics in Dermatology**, v.19, n.4, p.585-710, 2008.
- BONFIM, K. S. **Secagem em camada de espuma da babosa para utilização em formulação cosmética**. Xxx f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.
- BRAGA, L. T.; PINHEIRO, D. C. S. N.; SOUSA, J. A. V. de.; SILVA, F. M. S.; FARIAS, V. M.; LEITE, A. K. D. M.; LOPES, C. A. P.; FAÇO, O.; CAMPELLO, C. C.; COSTA, J. H.; NOGUEIRA, T. N. A. Efeito do levamisol e do extrato etanólico de folhas de *Momordica charantia* sobre a dermatofitose experimental em coelhos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 285-95, 2007.
- BRASIL, ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos**. 1. Ed. Brasília, 2004.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - **RDC n. 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. Brasília – DF, 2015.

BRUNAUER, S.; EMMET, P. H.; TELLER, E. Adsorption of gases in multimolecular layers. **Journal American Chemical Society**. v. 60, p. 309-319, 1938.

BUFFOLI, B.; LABANCA, F. R. M.; SORBELLINI, E.; TRINK, A.; GUANZIROLI, E.; REZZANI, R.; RODELLA, L. F. The human hair: from anatomy to physiology. **International Journal of Dermatology**, v. 53, p. 331-341, 2014.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGUETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carries on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, p. 420-428, 2005.

CASTRO, K. P. T.; SILVA, G. F.; MADUREIRA, Moisés Teles. Formulação e elaboração de um produto xampu-condicionador de base orgânica na forma sólida. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, ano 2019, v. 5, n. 12, p. 29575- 29587, 2019.

CERVELLON, M. C.; CAREY, L. Consumers' perceptions of "green": why and how consumers use eco-fashion and green beauty products. **Critical Studies in Fashion & Beauty**, v. 2, p. 117-138, 2011.

CHANDRAN, S.; K V, V.; AUGUSTHY, A.R.; K V, L.; SHIRWAIKAR, A. Development and evaluation of antidandruff shampoo based on natural sources. **Journal of Pharmacy and Phytotherapeutics**, v.1, n.4, p. 10-14, 2013.

CHANWITHEESSUK, A.; TEERAWUTGULRAG, A.; RAKARIYATHAM, N. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. **Food Chemistry**, v.92, p.491-497.

CHAVES, S. M.; PANONTIN, J. F.; SEIBERT, C. S.; SCAPIN, E. Screening fotoquímica da folha e caule da *Hancornia speciosa* Gomes (magabeira) com finalidade de bioprospecção cosmética. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 1, p. 1212-1222, 2020.

CHIN, J.; JIANG, B. C.; MUFIDAH, I.; PERSADA, S. F.; NOER, B. A. The investigation of consumers' behavior intention in using green skincare products: a pro-environmental behavior model approach. **Sustainability**, v. 10, p. 2-15, 2018.

CORDEIRO, L. N.; ATHAYDE, A. C. R.; COSTA, J. G. M.; SILVA, W. A.; ARAUJO, M. M.; RODRIGUES, O. G. Efeito in vitro do extrato etanólico das folhas do melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia* L.) sobre ovos e larvas de nematóides gastrintestinais de caprinos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 12, n. 4, p. 421-426, 2010.

CORRÊA, P. C.; JUNIOR, P. C. A.; MARTINS, P. M.; MELO, E. D. C.; RADUNZ, L. L. Modelo matemático para representação da higroscopicidade de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 27, n. 1, p. 8-15, 2002.

CORREIA, D.; MUNCHEN, S.; RODRIGUES, C.; SAUERWEIN, I.P.S. Xampu com ou sem sal: uma temática nas aulas de química do ensino médio. **Experiência em ensinos de ciências**, v.9, n.2, 2014.

COSTA, A. P. L.; JESUS, F.; MARISCO, G. Prospecção científica sobre plantas como matéria-prima na produção de cosméticos: potencialidade sustentável e medicinal. *In*: Congresso Nacional de Inovações em Saúde. II Conais, 2021, Ceará. Anais [...] Fortaleza.

COSTA, J. G. M.; NASCIMENTO, E. M. M.; CAMPOS, A. R.; RODRIGUES, F. F. G. Antibacterial activity of *Momordica charantia* (Cucurbitaceae) extracts and fractions. **Journal of Basic and Clinical Pharmacy**, v.002, n.001, p. 45-51, 2011.

COURAGE; KHAZAKA E. G. **Skin Glossometer GL 200**. Disponível em: <<https://www.courage-khazaka.de/en/scientific-products/all-products/16-wissenschaftliche-produkte/alle-produkte/174-glossometer-e>>. Acesso em 15 nov. 2021.

COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Quantificação de vitamina C e a capacidade antioxidante de variedades críticas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.15-19, 2010.

CRUZ, C. F.; COSTA, C.; GOMES, A. C.; MATAMÁ, T.; CAVACO-PAULO, A. Human hair and the impact of cosmetic procedures: a review on cleansing and shape-modulating cosmetics. **Cosmetics**, v.3, n.26, p.2-22, 2016.

CRUZ, P.; SUZUKI, V. Y.; JAMIL, L. C.; LEITE, J. A. T. M.; FREITAS, L. C.; OLIVEIRA, C. R.; FERREIRA, L. M. Nutrição e saúde dos cabelos: uma revisão. **Advances in Nutritional Sciences**, v.1, n.1, p.33-40, 2022

BERBARE, L.P. **As motivações do consumidor para a adoção de cosméticos naturais**. Dissertação (Mestrado em Gestão para competitividade) – Escola de Administração de empresas de São Paulo. São Paulo, 2019.

DEEKSHA, R.; MALVIYA, P; KUMAR, S. “Evaluation of marketed shampoo (synthetic and natural) for their hair cleansing, dirt dispersion, wetting time, solid content and foaming capacity properties,” **Global Journal of Pharmacology**, vol. 8, p. 490–493, 2014.

DI STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2ª ed., São Paulo: Editora Unesp, 2002.

FERNANDES, D. C.; CATUNDA, J. F.; REIS, L. A.; KLINGER, A. F. R.; MACHADO, C. V.; BORBA, E. R. C. Estudo farmacobotânico das folhas de *Momordica Charantia* L. (Cucurbitaceae). **Visão Acadêmica**, v.10, n.1, 2009.

FERRO, A. F. P.; BONACELLI, M. B. M.; ASSAD, A. L. D. Oportunidades tecnológicas e estratégias concorrenciais de gestão ambiental: o uso sustentável da biodiversidade brasileira. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 486-501, 2006.

GABAS, A. L.; TELIS, V. R. N.; SOBRAL, P. J. A; TELIS-ROMERO, J. Effect of maltodextrin and arabic gum in water vapor sorption thermodynamic properties of vacuum dried pineapple pulp powder. **Journal of Food Engineering**, v. 82, p. 246–252, 2007.

GROVER, J. K.; YADAV, S. P. Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*: a review. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 1, p. 123-132, 2004.

GUARNIZ, W. A. S. **Melão de São Caetano do nordeste do Brasil (*Momordica charantia* L.): um estudo farmacognóstico e microbiológico integrado ao estudo químico**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

HALAL, J. **Milady Tricologia e a Química Cosmética Capilar: Tradução da 5ª edição norte-americana - edição revista**. Disponível em: Minha Biblioteca, (2nd edição). Cengage Learning Brasil, 2016.

HAN, C.; HUI, Q.; WANG, Y. Hypoglycaemic activity of saponin fraction extracted from *Momordica charantia* in PEG/salt aqueous two-phase systems. **Natural Product Research**, v. 22, n. 13, p. 1112-1119, 2008.

HARDY, Z.; JIDEANI, V. A. Foam-mat drying technology: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, p. 2560-2572, 2015.

HENRIQUE, A. D. S.; LOPES, G. C. A biodiversidade e a indústria de cosméticos: o uso dos flavonoides contra o envelhecimento o envelhecimento cutâneo. **Revista UNINGÁ Review**, v. 29, n. 2, p. 58-23, 2017.

IAL. Instituto Adolf Lutz. **Métodos físicos-químicos para análises de alimentos**. 1ª ed. Digital. São Paulo, 2008.

JAMALI, A. et al. Sorption isotherms of *Chenopodium ambrosioides*, leaves at three temperatures. **Journal of Food Engineering**, v. 72, n. 01, p. 77-84, 2006.

JANEWAY JUNIOR, C. A.; TRAVERS, P.; WALPORT, M.; SHLOMCHIK, M. *Imunobiologia: o sistema imune na saúde e na doença*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

JORGE, L.; SAKUMA, A. M.; INOMATA, E. I. Análise histológica e bioquímica de *Momordica charantia* L (melão de são Caetano). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 52, p. 23-26, 1992.

JUDD, W. S; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético**. 3ª ed. Artmed, 2009.

KHUMALO, N. P.; STONE, J.; GUMEDZE, F.; McGRATH, E.; NGWANYA, M. R.; BERKER, D. “Relaxers” damage hair: evidence from amino acids analysis. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v.62, n.3, p.402-408, 2010.

KOUHILA, M.; BELGHITB, A.; DAGUENETC, M.; BOUTALEB, B. C. Experimental determination of the sorption isotherms of mint (*Mentha viridis*), sage (*Salvia officinalis*) and verbena (*Lippia citriodora*), **Journal of Food Engineering**, v. 47, p. 281-287, 2001.

KUBOLA, J.; SIRIAMORNPNUN, S. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts in vitro. **Food Chemistry**, v.110, n.4, p.881–890, 2008.

KUMAR, A.; MALI, R.R. Evaluation of prepared shampoo formulations and to compare formulated shampoo with marketed shampoos. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**. V.3, n.1, 2010.

KWATRA, D.; DANDAWATE, P.; PADHYE, S.; ANANT, S. Bitter Melon as a Therapy for Diabetes, Inflammation, and Cancer: a Panacea. **Current Pharmacology Reports**, v. 2, n. 1, p. 34-44, 2016.

LAHSASNI, S.; KOUHILA, M.; MAHROUZ, M.; FLIYOU, M. Moisture adsorption-desorption isotherms of prickly pear cladode (*Opuntia ficus indica*) at different temperatures. **Energy Conversion and Management**, v. 44, n. 06, p. 923-936, 2003.

LEELAPRAKASH, G.; ROSE, J. C.; GOWTHAM, BM.; JAVVAJI, P. K.; PRASAD, S. A. *In vitro* antimicrobial and antioxidant activity of *Momordica charantia* leaves. **Pharmacophore**, v.2, n.4, p.244-254, 2011.

LEITE, A. C. N. **Estudo da cinética de secagem em camada de espuma (foam-mat drying) da hortelã-da-folha-miúda (*Mentha crispa*)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), 108 p. Universidade Federal da Paraíba, Joao Pessoa - PB, 2018.

LIMA, A. C. F. **Secagem em camada de espuma (foam mat drying) da folha do noni (*Morinda citrifolia* L.)**. xxx f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

LOUSSOUARN, G.; GARCEL, A. L.; LOZANO, I.; COLLAUDIN, C.; PORTER, C.; PANHARD, S.; LÉGER, D.S.; METTRIE, R. L. Worldwide diversity of hair curliness: a new method of assessment. **International Journal of Dermatology**, v. 46, p. 2-6, 2007.

MACEDO, M.; FERREIRA, A. R. Plantas hipoglicemiantes utilizadas por comunidades tradicionais na Bacia do Alto Paraguai e Vale do Guaporé, Mato Grosso-Brasil. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 14, n. 1, p. 45-47, 2004.

MACHADO, R. V; COSTA, M. B. Prospecção Fitoquímica e Avaliação Biológica das Folhas e Caule de *Melothria fluminensis* Gardner (Cucurbitaceae). **Revista Virtual de Química**, v. 11, p. 878-892, 2019. DOI: 10.21577/1984-6835.20190061.

MADNANI, N.; KHAM, KALEEM. Hair cosmetics. **Indian Journal of Dermatology, Venereology, and Leprology**, v.79, n.5, 2013.

MARQUES, G. M.; ARRUDA, R. S.; SILVA, A. A. Secagem de caldo de cana em leito de espuma e caracterização físico-química do produto. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 7, p. 16-29, 2016.

MARQUES, G. M. **Secagem de caldo de cana em leito de espuma e avaliação sensorial do produto**. Xxx f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

MARTINS, E. A.; LAGE, E. Z.; GONELI, A. L.; HATMANN FILHO, C. P.; LOPES, J. G. Cinética de secagem de folhas de timbó (*Serjania marginata* Casar). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 238-244, 2015.

MATIELLO, A. A.; SIMÃO, D.; SAHD, C. S.; MARCUZZO, M.; RODRIGUES, P. A. **Cosmetologia aplicada II**. Porto Alegre: Grupo A, 2019. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595029965/>>. Acesso em: 14 nov. 2021.

MELO, A.; QUEIROZ, A. J. de M.; FIGUEIREDO, R. M. F.; SANTOS, D. C. Cinética de secagem de grãos de abóbora. **Revista Caatinga**, v. 26, n.1, p.71-80, 2013.

MELO, K. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; FERNANDES, T. K. S.; BEZERRA, M. C. T. Secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru: experimentação e ajustes de modelos matemáticos. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 2, p. 9-17, 2013.

MENDONÇA, C. C.; SILVA, I. C. L.; RODRIGUES, K. A.; CAMPOS, M. A. L.; MEDEIROS, M. C. M.; CASTELI, V. C.; FERRARI, M.; MUSIS, C. R.; MACHADO, S. R. P. Emulsões O/A contendo Cetoconazol 2,0%: avaliação da estabilidade acelerada e estudos de liberação in vitro. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 30, n. 1, p. 35-46, 2009.

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 health and legal issues. **International Journal of Cosmetics Science**, v.36, n.1, p.2-11, 2014.

MOREIRA, M. F.; CAVALCANTE, J. A.; COSTA, N. A.; SILVA, M. F. R. Obtenção do pó da entrecasca do Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) por secagem em camada de espuma. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, 2021.

MOREIRA, T. B.; ROCHA, E. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1093-1098, 2013.

MUJUMDAR, A. S.; LAW, C. L. Drying technology: Trends and applications in postharvest processing. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, n. 6, p. 843-852, 2010.

NAGARANI, G.; ABIAMI, A.; SIDDHURAJU, P. A comparative study on antioxidant potentials, inhibitory activities against key enzymes related to metabolic syndrome, and anti-inflammatory activity of leaf extract from different *Momordica* species. **Food Science and Human Wellness**, v.3, p.36-46, 2014.

NAGASE, S.; SHIBUICHI, S.; ANDO, K.; KARIYA, E.; SATOH, N. Influence of internal structures of hair fiber on hair appearance. i. Light scattering from the porous structure of the medulla of human hair. **Journal of Cosmetic Science**, v.53, p. 89-100, 2002.

NEGREIROS, J. K. S. **Avaliação e modelagem da secagem em camada de espuma do melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.) para fins terapêuticos**. Xxx f. Tese (Qualificação de Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

NEGREIROS, J. K. S. **Secagem em camada de espuma do suco da romã, composto por sua polpa e casca**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2019.

NEPOMOCENO, T. A.; PIETROBON, A. J. Aspectos gerais do melão de São Caetano (*Momordica charantia* L.). In: 12ª Semana acadêmica de agronomia - SEAGRO, 2018, Cascavel. **Anais da SEAGRO**, p. 111-114, 2018.

NOURHÈNE, B.; BAHLOUL, N.; MOHAMMED, K.; NABIL, K. Sorptions isotherms and isosteric heats of sorption of olive leaves (*Chemlali variety*): Experimental and mathematical investigations. **Food and Bioproducts Processing**, v. 86, p. 167-175, 2008.

OLIVEIRA, B. F.; NEGREIROS, J. K. S.; BONFIM, K. S.; CAVALCANTE, J. A.; PINTO, M. F.; COSTA, N. A. Modelagem matemática da cinética de secagem em camada de espuma da folha da graviroleira (*Annona muricata* Linn) e caracterização do pó obtido. **Research, Society and Development**, v.9, n.4, 2020.

OLIVEIRA, R. A. G.; ZANONI, T. B.; BESSEGATO, G. G.; OLIVEIRA, D. P.; UMBUZEIRO, G. A.; ZANONI, M. V.B. A química e toxicidade dos corantes de cabelo. **Química Nova**, v. 37, n. 6, p. 1037-1046, 2014.

PAHLAVANI, N.; ROUDI, F.; ZAKERIAN, M.; FERNS, G. A.; NAVASHENAG, J. G.; MASHKOURI, A.; GHAYOUR-MOBARHAN, M.; RAHIMI, H. Possible molecular mechanisms of glucose-lowering activities of *Momordica charantia* (karela) in diabetes. **Journal of Cellular Biochemistry**, p. 1-9, 2019.

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isothermas de sorção e modelagem matemática para a pêra bartlett (*Pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 73-77, 2001.

PARK, K. J.; PARK, K. J.; ALONSO, L. F.; CORNEJO, F. E.; FABBRO, I. M. Secagem: Fundamentos e Equações. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, p. 93-127, 2014.

PARK, S. H.; YI, Y.; KIM, M.; CHO, J. Y. Antioxidative and Antimelanogenesis Effect of *Momordica charantia* Methanol Extract. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2019, p. 1-11, 2019.

PEZANTES, D. V. **Estudo das operações combinadas da desidratação osmótica à Vácuo, defumação líquida e secagem em filés de bonito (Sarda sarda)**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2006.

PINHEIRO, A. S.; TERCI, D.; PICON, F.; ALBARICI, V. Fisiologia dos cabelos (Séries fundamentos da cosmetologia). **Cosmetics & Toiletries**, v. 25, n. 3, p. 34-45, 2013.

PINTO, U. M.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. M. Deterioração microbiana dos alimentos. **Microbiologia e higiene de alimentos – Teoria e prática**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Rubio, v. 1, p. 33-52, 2019.

PINTO, V. F. V.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, v. 28, p. 519-528, 2005.

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

QADRI, O. S.; SRIVASTAVA, A. K.; YOUSUF, B. Trends in foam mat drying of foods: Special emphasis on hybrid foam mat drying technology. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, p. 1-10, 2019.

RAJKUMAR, P.; KAILAPPAN, R.; VISWANATHAN, R.; RAGHAVAN, G. S. Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 1452-1459, 2007.

RAMOS, A. C. **Alterações capilares: uma revisão da literatura sobre as afecções que acometem a haste capilar e o couro cabeludo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Estética e Cosmética) – Faculdades Integradas Ipiranga, Belém - PA, 2013.

RATES, S. M. Promoção do uso racional de fitoterápicos: uma abordagem no ensino da Farmacognosia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 11, p. 57-69, 2001.

RAWAT, S. R.; GARGA, P.K. Understanding Consumer Behaviour Towards Green Cosmetics. **Ssrn Electronic Journal**, p. 1-16, 2012.

RODRIGUES, K. A. F.; DIAS, C. N.; FLORÊNCIO, J. C.; VILANOVA, C. M.; GONÇALVES, J. R. S.; MORAES, D. F. C. Prospecção fitoquímica e atividade moluscicida de folhas de *Momordica charantia* L. **Cadernos de Pesquisa**, v. 17, n. 2, 2010.

ROMANO, C. M.; STUMPF, E. R. T.; BARBIERI, R. L.; BEVILAQUA, G. A. P.; RODRIGUES, W. F. **Polinização manual em abóboras**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.

SÁ DIAS, T.C.; BABY, A. R.; KANEKO, T. M.; VELASCO, M. R. Relaxing/straightening of afro-ethnic hair: historical overview. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v.6, p.2-5, 2007.

SANKAT, C. K.; CASTAIGNE, F. Formação de espuma e na secagem de bananas maduras. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**. v. 37, n. 1, p. 217-525, 2004.

SANTOS, D. D. M. **Avaliação do efeito inseticida de *Momordica charantia* L (Cucurbitaceae) sobre *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae), vetor da leishmaniose visceral no Brasil**. Xxx f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG, 2018.

SANTOS, L. K. B.; SOUSA, V. C.; LIMA, H. R.; LOPES, G. L. N. Desenvolvimento e avaliação de condicionador *leave in* à base do óleo das sementes de *Maurita flexuosa* (Buriti). **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v. 29, n. 2, p. 12-19, 2020.

SARAIVA, M. B.; FARIÑA, L. O. Funções terapêuticas da *Momordica charantia* L. **Ciências da Saúde: Teoria e Intervenção** 5. Atena editora, 2020.

SBHATU, D.B.; BERHE, G.G.; HNDEYA, A.G.; ABDU, A.; MULUGETA, A.; ABRAHA, H.B.; WELDEMICHAEL, M.Y.; TEKLE, H.T.; GEBRU, H.A.; TAYE, M.G.; KIDANEMARIAM, H.G. Hair washing formulations from *Aloe elegans* todaro gel: the potential of making hair shampoo. **Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences**, v.2020, p.1-9, 2020.

SILVA, A. S. A.; ALMEIDA, F. de A. C.; ALVES, N. M. C.; MELO, K. dos S.; GOMES, J. P. Característica higroscópica e termodinâmica do coentro desidratado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 237-244, 2010.

SILVA, A. S.; GURJÃO, K. C. O.; ALMEIDA, F. A. C.; BRUNO, L. A.; PEREIRA, W. E. Desidratação de polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 6, p. 1899-1905, 2008.

SILVA, E. M. **Caracterização físico-química e termoanalítica de amostras de cabelo humano**. Xxx f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SILVA, L. F. **Desenvolvimento de um produto cosmético capilar embasado nas tendências atuais de mercado com enfoque em sustentabilidade**. Xxx f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

SILVA, N. C. S., DE MORAES, A. L. S., MARTINS, D. A., ANDRADE, L. M., & PEREIRA, R. S. F. Cosmetologia: origem, evolução e tendências. **Única Cadernos Acadêmicos**, v. 2, n. 1, 2019.

SILVA, P. B. **Secagem da folha da amoreira negra (*Morus nigra* L.) pelo método de camada de espuma (foam mat drying)**. Xxx f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

SILVA, P. C. G. **Secagem da folha de guajiru (*Chrysobalanus*) pelo método de camada de espuma (foam-mat drying)**. Xxx f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

Singleton, V. L.; Orthofer, R./ Lamuela-Raventós, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v.299, p. 152–178, 1999.

SOROL, N.; ARANCIBIA, E.; BORTOLATO, S. A.; OLIVIERI, A. C. Visible/near infrared-partial least-squares analysis of Brix in sugar cane juice: A test field for variable selection methods. **Chemometrics and Intelligent laboratory Systems**, 102, pp. 100-109, 2010

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR, G. M, AYRES, M. C. C.; COSTA, C.L.S.da.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

SOUZA, J. B. P de. **Secagem em camada de espuma das folhas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.)**. Xxx f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

SOYSAL, Y.; OZTEKIN, S. Sorption Isosteric Heat for some Medicinal and Aromatic Plants. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 78, p. 159-166, 2001.

SPADOTTI, D. M. A; BURIOLLA, J. E.; REZENDE, A. M; SOUZA, V. C. The wild type of *Momordica charantia* is not infected by potyviruses that cause disease in papaya and cucurbit crops. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 5, p. 447-451, 2013.

SPIESS, W. E. L.; WOLF, W. Critical evaluation of methods to determine moisture sorption isotherms. **Water Activity: Theory and Applications to Food**. 1ª ed. Routledge, 1987.

STEINER, D.; HEXSEL, D.; MORAIS, A.; MENHA, R.; RIBEIRO, A. Fisiologia das cores no Brasil. **Edição Temática Produtos Étnicos Pele e Cabelos**, v. 6, n. 2, p. 14-20, 2007.

SWEE, W.; KLONTZ, K. C.; LAMBERT, L.A. A Nationwide Outbreak of Alopecia Associated With the Use of a Hair-Relaxing Formulation. **Archives of Dermatology**, v.136, n.9, p.1104-1108, 2000.

TABALDI, L. A.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A.; SILVA, L. R.; GONÇALVES, W. L.; PILECCO, M.; FORMAGIO, A. S. N.; GASSI, R. P.; PADOVAN, M. P. Cover crops and their effects on the biomass yield of Serjania. **Ciência Rural**, v. 42, p. 614-620, 2012.

TSAMI, E.; KROKIDA, M. K; DROUZAS, A. E. Effect of drying method on the sorption characteristics model fruit powders. **Journal of Food Engineering**, v. 38, p. 381-302, 1999.

VILAR, S. B.; OLIVEIRA, A. R.; JÚNIOR, N. M. A.; BARROS, S. L.; SANTOS, N. C.; ARAÚJO, A. J. B. Caracterização físico-química de suco misto em pó obtido pelo método de secagem em camada de espuma. **Research, Society and Development**, v.9, n.8, p.1-13, 2020.

WICHROWSKI, L. **Terapia capilar: uma abordagem complementar**. Alcance, Porto Alegre, 2007.

WIN, N. K. K; KIM, Y. H; JUNG, H. Y. Bitter gourd little leaf disease associated to 'Candidatus Phytoplasma asteris'. **Tropical Plant Pathology**, v. 39, n. 1, p. 82-88, 2014.

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

YANG, Y. C. Consumer Behavior towards Green Products. **Journal Of Economics, Business and Management**, v. 5, n. 4, p.160-167, 2017.

ZOCOLER, A. M. D.; MOURÃO, K. S. M.; MELLO, J. C. P. de.; MARQUES, L. C. Contribuição ao controle de qualidade farmacognóstico das folhas e caules de melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia* L. – Cucurbitaceae). **Acta farmacêutica bonaerense**, v.25, n.1, 2006.

ZUBAIR, M. F., ATOLANI, O.; IBRAHIM, S. O.; OGUNTOYE, O. S.; ABDULRAHIM, H.A.; OYEGOKE, R. A.; OLATUNJI, G. A. Chemical and biological evaluations of potent antiseptic cosmetic products obtained from *Momordica charantia* seed oil. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v.9, p.35-41, 2018.