



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA (DCV)**

BEATRIZ SOUSA SANTOS E SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES COSMÉTICAS COM EXTRATOS
NATURAIS RICOS EM BETA-GLUCANA PARA DERMATITE ATÓPICA.**

SALVADOR-BA

2024

BEATRIZ SOUSA SANTOS E SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES COSMÉTICAS COM EXTRATOS
NATURAIS RICOS EM BETA-GLUCANA PARA DERMATITE ATÓPICA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Farmácia da Universidade do Estado da Bahia, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Orientador: Prof. Dr. Milleno Dantas Mota.

Coorientador(a): Janai Silva Santos Costa.

SALVADOR-BA

2024

BEATRIZ SOUSA SANTOS E SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES COSMÉTICAS COM EXTRATOS
NATURAIS RICOS EM BETA-GLUCANA PARA DERMATITE ATÓPICA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Farmácia da
Universidade do Estado da Bahia (UNEB), como requisito para a obtenção do título de
bacharel em Farmácia. Aprovado em: 19 / 12 / 2024

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Milleno Dantas Mota (UNEB)

Orientador



Prof. Ma. Alessandra da Silva Guedes (UNEB)

Membro convidado



Prof. Dr. Ygor Jessé Ramos dos Santos (UFBA)

Membro convidado

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por toda a força que me deu para chegar até aqui. Não foi fácil. Nunca é. Mas ele me sustentou e continua me sustentando. Meus sonhos são d'Ele e que a vontade d'Ele se cumpra em minha vida.

Aos meus pais, minha gratidão eterna. Sempre duvidei de mim mesma, mas eles nunca duvidaram do meu potencial. Foram meus maiores fãs e eu também sou a maior fã de vocês. Muito obrigada pelo apoio imensurável que vocês me deram ao longo dessa jornada. Meu maior desejo é conseguir recompensá-los por isso. Foi por causa de vocês que cheguei até aqui e é por vocês que continuarei seguindo. Obrigada pai por sempre estar disposto a me ajudar e nunca medir esforços para isso. Obrigada mãe pelo colo, nunca irei me acostumar a viver sem ele.

Ao meu irmão Samuel, por entender minha ausência durante seu crescimento. Nunca irei me acostumar que meu bebê cresceu, já tem 14 anos e agora está a um passo de viver a fase do ensino médio. Torço por você sempre, meu bebê.

A Altimar, que era apenas o namorado da minha mãe e se tornou meu grande amigo. Obrigada pelos conselhos, pelos risos, pelas piadas sem graça, pelas noites voz e violão, pelos puxões de orelha e pelo incentivo. Que bom que o destino permitiu que nos encontrássemos, essa jornada não teria sido a mesma sem te conhecer e sem tê-lo ao meu lado.

Aos meus tios, Inaildes e Aleksandro, e à minha prima Ludy por todo suporte que me deram quando fui morar sozinha aos 17 anos em Salvador. Nunca mediram esforços para me ajudar e sou grata por isso.

Às minhas amigas Alice, Mayara, Raily e Yanna que são as minhas confidentes, com quem eu conto e sempre estão lá para me apoiar, mesmo de longe. Obrigada May e Ray por alegrarem meus fins de semana aqui em Salvador, vocês são casa. Obrigada Yanninha por ser a amiga que eu consigo desabafar e rir na mesma intensidade, minha vida se torna mais especial quando estou com você. Obrigada Lice por ser minha companheira de jornada de quase uma vida inteira, uma das minhas maiores saudades é não te ter mais na minha rotina.

Ao meu orientador Milleno e minha coorientadora Janai por serem excelentes orientadores, me ajudando e estando presente sempre que precisava, mesmo fora dos dias e horas úteis. Agradeço, também, ao mestrando Orlando e a minha quase IC Ster pela ajuda nos experimentos. Além do mais, não posso deixar de agradecer a todos os professores que me ensinaram, inspiraram e me motivaram de alguma forma.

Aos meus queridos farmamigos - Ana Beatriz, Ana Luiza, Beatriz Cerqueira, Camila, Carolina, Carla, Ícaro e Rebeca: vocês foram fundamentais para que eu não desistisse. Estar na UNEB com vocês era sinônimo de bochecha vermelha e dolorida de tanto dar risada. Nunca irei me esquecer do colo que vocês me deram quando a saudade de casa apertava. Em especial, gostaria de agradecer a Bia Cerqueira, Camila e Carol pela aproximação nos últimos anos de graduação, vocês moram no meu coração e não pagam aluguel.

A Vitor por ser meu amor e meu amigo, com quem eu contei e conto. Obrigada por todo apoio, carinho, conselhos, conversas e risadas. Esses últimos semestres não teriam sido os mesmos sem ter você por perto.

Por fim, agradeço a todos os familiares, amigos e colegas que não foram citados, mas de alguma forma contribuíram nesta minha jornada. Muito obrigada.

Ebenézer: até aqui nos ajudou o Senhor!

1 Samuel 7:12

RESUMO

A pele é o maior órgão do corpo humano e está constantemente exposta a fatores que podem causar danos à integridade da pele. A dermatite atópica (DA) é uma condição inflamatória crônica que tem como principais sintomas a coceira intensa e lesões cutâneas eczematosas. Estudos epidemiológicos indicam que a prevalência de DA está aumentando globalmente, especialmente em países industrializados, onde a doença afeta até 20% das crianças e 3% dos adultos. No Brasil, cerca de 8% das crianças são atingidas e 5% dos adolescentes, enquanto nos adultos a prevalência é de 5%. O uso de prebióticos tópicos como a beta-glucana é considerado uma alternativa promissora para uso cosmético, por seu poder cicatrizante, anti-inflamatório, antioxidante e hidratante, o que as torna promissoras para uso cosmético. Além disso, a demanda por produtos naturais no setor cosmético está em crescimento e o Brasil é um dos principais consumidores desses produtos. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver formulações cosméticas estáveis contendo beta-glucana extraídas de fontes naturais, especificamente para peles com dermatite atópica. Para isso, foi realizada uma pesquisa quali-quantitativa para identificar fontes naturais ricas em beta-glucana e, posteriormente, obteve esses extratos por meio do método hidroetanólico a 30% a partir da técnica extrativa de maceração e remaceração. Os extratos de aveia e cevada foram submetidos ao ensaio de redução do radical livre DPPH para avaliação do potencial antioxidante. Os resultados mostraram que os extratos de cevada apresentaram maior potencial antioxidante, com reduções de até 76,52% do radical DPPH, enquanto os extratos de aveia alcançaram uma redução máxima de 24,23%. As formulações cosméticas desenvolvidas, no qual os extratos foram incorporados, são emulsões O/A (óleo em água) do tipo loção não iônica, no qual priorizou-se componentes naturais. Os testes de estabilidade preliminar dessas formulações confirmaram sua viabilidade para uso tópico, entretanto, se faz necessário outros testes para avaliar a validade do produto. Este estudo evidencia o potencial terapêutico dos extratos de aveia e cevada em formulações cosméticas, contribuindo para a busca de alternativas sustentáveis e naturais na indústria cosmética. Enquanto a aveia mostrou-se mais indicada para cuidados diários e peles sensíveis, a cevada destacou-se por sua elevada capacidade antioxidante. Estudos futuros devem incluir avaliações da estabilidade acelerada e da prateleira das formulações cosméticas e análises complementares utilizando outros métodos para uma compreensão mais ampla do potencial antioxidante dos extratos.

Palavras-chave: Beta-glucana; Cosméticos; Anti-irritantes; Dermatite atópica.

ABSTRACT

The skin is the largest organ of the human body and is constantly exposed to factors that can damage its integrity. Atopic dermatitis (AD) is a chronic inflammatory condition whose main symptoms are intense symptoms and eczematous lesions. Epidemiological studies indicate that the prevalence of AD is increasing globally, especially in industrialized countries, where the disease affects up to 20% of children and 3% of adults. In Brazil, approximately 8% of children and 5% of adolescents are affected, while in adults the prevalence is 5%. The use of prebiotics described as beta-glucan is considered a promising alternative for cosmetic use, due to its healing, anti-inflammatory, antioxidant and moisturizing power, which makes them promising for cosmetic use. In addition, the demand for natural products in the cosmetic sector is growing and Brazil is one of the main consumers of these products. In this context, this work aimed to develop cosmetic formulations containing beta-glucan extracted from natural sources, specifically for skin with atopic dermatitis. For this purpose, a qualitative and quantitative study was carried out to identify natural sources rich in beta-glucan and, subsequently, these extracts were obtained through the 30% hydroethanolic method from the maceration and remaceration extraction technique. The oat and barley extracts were subjected to the DPPH free radical reduction test to evaluate their antioxidant potential. The results showed that the barley extracts presented greater antioxidant potential, with reductions of up to 76.52% of the DPPH radical, while the oat extracts achieved a maximum reduction of 24.23%. The cosmetic formulations developed, none of the extracts were incorporated, are O/W (oil in water) emulsions of the non-ionic lotion type, in which natural components were prioritized. Preliminary stability tests of these formulations confirmed their predictions for topical use; however, further tests are necessary to evaluate the validity of the product. This study highlights the therapeutic potential of oat and barley extracts in cosmetic formulations, contributing to the search for sustainable and natural alternatives in the cosmetic industry. While the oat extract shown is more suitable for daily care and sensitive skin, barley stands out for its high antioxidant capacity. Future studies should include evaluations of the accelerated stability and barrier of cosmetic formulations and complementary analyses using other methods for a broader understanding of the antioxidant potential of the extracts.

Keywords: Beta-glucan; Cosmetics; Anti-irritants; Atopic dermatitis.

LISTA DE SIGLAS

ABIHPEC - Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos

ABTS - 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)

AVA - Avenantramida

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BG - Beta-glucana

DA - Dermatite Atópica

DPPH - 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

FRAP - *Ferric-Reducing Ability of Plasma*

HPPC - Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos

IGE - imunoglobulina E

IL - Interleucina

O/A - Óleo em água

OBG - Beta-glucana de aveia

PPM - Parte por milhão

RPM - Rotações por minuto

SciELO - *Scientific Electronic Library Online* (Biblioteca Eletrônica Científica Online)

TH1 - Linfócitos T auxiliares tipo 1

TH2- Linfócitos T auxiliares tipo 2

TNF- α - Fator de Necrose Tumoral alfa

UV - Raios ou Radiação Ultravioleta

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura básica das camadas da pele.....	15
Figura 2 - Vias imunológicas na DA.....	16
Figura 3 - Estrutura química da beta-glucana presente em cereais.....	18
Figura 4 - Sementes da aveia (<i>Avena sativa</i>).....	20
Figura 5 - Cevada (<i>Hordeum vulgare L.</i>).....	21
Figura 6 - Extratos aquosos de cevada (esquerda) e aveia (direita) contaminados por fungos.....	23
Figura 7 - Extratos hidroetanólicos de cevada (esquerda) e aveia (direita) em processo de maceração e remaceração.....	24
Figura 8 - Estabilização do radical livre DPPH.....	25
Figura 9 - Base cosmética loção não iônica.....	34
Figura 10 - Centrífuga utilizada e amostras da loção contendo os extratos de cevada (C) e aveia (A) após centrifugação.....	35
Figura 11 - Amostra após ser submetida aos testes de estabilidade.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Componentes da formulação cosmética desenvolvida.....	27
Quadro 2 - Comparação entre os extratos.....	29
Quadro 3 - Componentes da formulação cosmética desenvolvida.....	33
Quadro 4 - Avaliação Sensorial das formulações.....	34
Quadro 5 - parâmetros físico-químicos avaliados nas formulações.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Absorbâncias e porcentagens de redução do DPPH dos extratos.....	30
Tabela 2 - Absorbâncias e porcentagens de redução do DPPH das formulações.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL:.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 Pele	14
3.2 Etiologia e Patogênese da Dermatite Atópica	16
3.3 Beta-Glucana: composição e estrutura	17
3.4 Potencial cosmético e terapêutico da Beta-Glucana.....	19
3.5 Aveia.....	20
3.6 Cevada	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
4.1 Identificação de fontes naturais ricas em beta-glucana	22
4.2 Obtenção dos extratos.....	23
4.3 Avaliação do potencial antioxidante dos extratos	25
4.4 Desenvolvimento de formulações cosméticas	26
4.5 Avaliação da estabilidade preliminar das formulações	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Obtenção dos extratos.....	28
5.2 Avaliação do potencial antioxidante dos extratos	29
5.3 Desenvolvimento de formulações cosméticas	32
5.4 Avaliação da estabilidade preliminar das formulações	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A pele, maior órgão do corpo humano, é uma barreira física natural contra vários fatores externos, incluindo radiação ultravioleta, poluição do ar urbano, patógenos e toxinas, ao mesmo tempo que regula a temperatura corporal e a perda de água. Em virtude disso, a pele está exposta constantemente a agressores, sendo assim, necessário uma proteção potente, como, por exemplo, a microbiota bacteriana. A microbiota da pele, além de ajudar a prevenir a exposição a patógenos, atua no fortalecimento do sistema imune (Abdo *et al.*, 2020; Maarouf *et al.*, 2019; Byrd *et al.*, 2018).

Entretanto, há diversas condições que podem comprometer sua integridade e função, resultando em irritações, inflamações e desconforto para o indivíduo. Dado a isso, é fundamental adotar medidas para preservar a integridade da pele. Isso pode ser alcançado ao estimular a síntese dos componentes vitais da pele e ao mitigar os efeitos adversos de fatores ambientais, tais como a exposição solar e a poluição atmosférica (Piquero-Casals *et al.*, 2023).

Estudos recentes como os de Shanura *et al.* (2019), reverberam o uso de polissacarídeos extraídos de fontes naturais como ingredientes bioativos em produtos para cuidados com a pele e feridas. Os polissacarídeos é uma classe de compostos bioativos que desempenham um papel fundamental na estrutura das membranas celulares animais, micróbios e paredes celulares vegetais, possuindo propriedades biológicas bem conhecidas na literatura. Eles podem ser obtidos em diferentes fontes, incluindo plantas, algas, microrganismos e animais (Sousa *et al.*, 2023).

Um desses polissacarídeos é a beta-glucana (BG), polímero estrutural encontrado em uma variedade de fontes naturais, como aveia, cevada, cogumelos e leveduras, que têm demonstrado atividades anti-inflamatórias, antioxidantes, cicatrizantes, rejuvenescedoras e hidratantes (Sousa *et al.*, 2023).

As glucanas possuem várias unidades de glicose ligadas por ligações glicosídicas alfa e beta, no qual o número de monômeros altera diretamente seu peso molecular. A beta-glucana pode ser obtida e isolada de cereais, cogumelos ou microrganismos, através de diferentes métodos. A BG é encontrada em todos cereais, mas as concentrações são maiores em aveia e cevada (Ruiz-Herrera & Ortiz-Castellanos, 2019; Kaur, 2020; *United States of America*, 2022).

Condições irritativas da pele podem ser desencadeadas por uma série de fatores, que podem ser ambientais, químicos e genéticos. Dentre as condições irritativas mais conhecidas, pode-se citar a Dermatite Atópica (DA), uma doença autoimune crônica e inflamatória que resulta em coceira intensa e lesões cutâneas eczematosas. (Darrigade *et al.*, 2018).

Estudos epidemiológicos indicam que a prevalência de DA está aumentando globalmente, especialmente em países industrializados, onde a doença afeta até 20% das crianças e 3% dos adultos (Angles *et al.*, 2022). No Brasil, cerca de 8% das crianças são atingidas e 5% dos adolescentes, enquanto nos adultos a prevalência é de 5% dos adultos. Esses padrões de incidência refletem a diversidade e as particularidades da população. As condições climáticas, socioeconômicas e ambientais podem influenciar a prevalência e a gravidade da dermatite atópica, tornando a compreensão local da doença essencial para a elaboração de políticas de saúde pública eficazes (Sociedade Brasileira de Dermatologia, 2021).

Extratos naturais ricos em beta-glucana, são reconhecidos por suas propriedades anti-irritantes, antioxidantes e calmantes. Há evidências crescentes da importância das beta-glucanas no tratamento de diversas doenças alérgicas. A eficácia da aplicação sistêmica de beta-glucanas no tratamento da DA, por exemplo, foi comprovada tanto em experimentos com animais quanto em estudos em humanos, o que corrobora com o aumento da sua aplicação em formulações cosméticas (Jesenak *et al.*, 2015).

Abordando especificamente acerca do setor cosmético, o Brasil se destaca como o 4º maior mercado consumidor do mundo no setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC), com um valor de mercado estimado em US\$ 26,9 bilhões, conforme dados da ABIHPEC (2023). Além disso, o país ocupa a 2ª posição no ranking global de países que mais lançam novos produtos anualmente. No segmento de cuidados com a pele, o Brasil é o 8º maior consumidor mundial. De acordo com o *Ecocert Group* (2022), um outro aspecto notável é o crescimento significativo do mercado de cosméticos orgânicos, refletindo uma tendência crescente de busca por produtos mais naturais e sustentáveis.

Nesse contexto, os extratos naturais ricos em beta-glucana têm despertado um interesse crescente na área da Cosmetologia devido à sua potencialidade em fornecer ingredientes ativos com propriedades terapêuticas, incluindo a capacidade de aliviar condições cutâneas adversas, como os presentes na Dermatite Atópica. Diante disso, o presente trabalho visa a utilização de extratos ricos em BG, obtidos em fontes naturais, em formulações

cosméticas para DA. Permitindo, assim, identificar as fontes naturais destes polissacarídeos, discutir seus benefícios e obter uma formulação estável contendo BG.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Desenvolver formulações cosméticas com extratos ricos em beta-glucana obtidos a partir de fontes naturais para dermatite atópica (DA).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

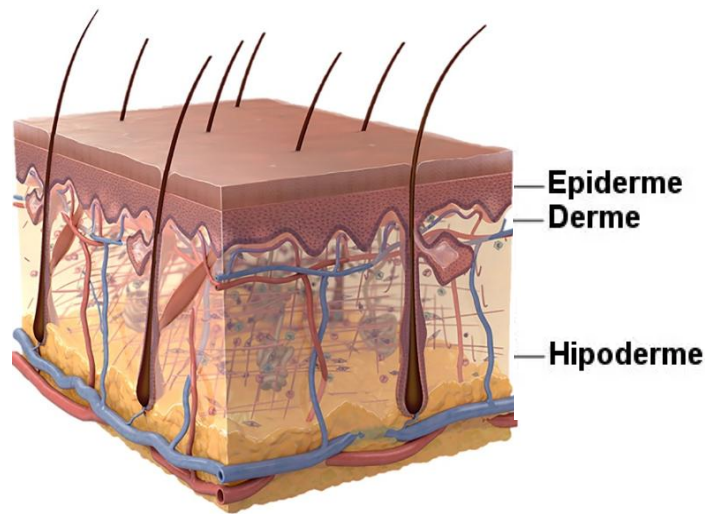
- Identificar as principais fontes naturais ricas em beta-glucana;
- Discutir os benefícios das beta-glucana em produtos cosméticos;
- Obter extratos contendo beta-glucana de diferentes fontes naturais;
- Obter um produto cosmético contendo beta-glucana extraída de fontes naturais;
- Avaliar a estabilidade preliminar do produto cosmético obtido.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Pele

Segundo Gruber *et al.* (2019), a pele, que é o maior órgão do corpo humano, é composta por três camadas: a epiderme, a derme e a hipoderme, conforme ilustrado na Figura 1. A epiderme é constituída por um epitélio queratinizado, estratificado e pavimentoso. A camada basal dessa estrutura contém queratinócitos, cuja regeneração é garantida por células-tronco localizadas, por exemplo, nos folículos capilares. A epiderme, sendo a camada mais externa, protege o organismo contra agentes que podem provocar danos ao tecido.

Figura 1 - Estrutura básica das camadas da pele



Fonte: adaptado de Abdo *et al.*, 2020.

A pele atua como importante barreira de defesa contra microrganismos patogênicos. O estrato córneo forma uma barreira física através de conexões estreitas entre os corneócitos, enquanto queratinócitos e glândulas produzem peptídeos e lipídios antimicrobianos que reforçam a proteção química. Além disso, microrganismos comensais podem impedir o crescimento de patógenos, seja por secretar moléculas antimicrobianas ou competindo por espaço e nutrientes. A microbiota da pele é composta por diversos organismos, como bactérias e fungos, e permanece estável ao longo do tempo em adultos, apesar da exposição constante a microrganismos externos (Edslev *et al.*, 2020).

No entanto, com o tempo, a microbiota da pele sofre mudanças fisiológicas relacionadas à idade, alterações na secreção de sebo e mudanças na resposta imune da barreira cutânea. Além disso, quando a barreira da pele ou o equilíbrio entre microrganismos comensais e patogênicos é rompido, várias doenças de pele ou mesmo doenças sistêmicas podem ocorrer. Alterações na composição do microbioma da pele, sejam por fatores genéticos, químicos e/ou ambientais, podem desencadear processos inflamatórios no microambiente epitelial, levando a doenças inflamatórias da pele em indivíduos suscetíveis (Celoria *et al.*, 2023).

alterada e fatores ambientais. A barreira cutânea dos pacientes com DA é comprometida, tornando a pele mais suscetível à penetração de alérgenos, irritantes e patógenos. Isso se deve, em parte, à deficiência de lipídios essenciais à integridade dérmica e proteínas estruturais, como a filagrina e outras proteínas (loricrina, involucrina e pequenos polipeptídeos ricos em prolina). Além disso, fatores ambientais como poluição, exposição a produtos químicos e clima seco podem exacerbar a condição, desencadeando crises de DA (Mariano, 2024).

Os tratamentos convencionais para Dermatite Atópica, como corticosteroides tópicos, anti-histamínicos, inibidores da calcineurina e emolientes, apresentam limitações devido aos seus efeitos adversos a longo prazo (Prado, 2022; Sidbury *et al.*, 2021). Portanto, há uma demanda crescente por métodos seguros e eficazes para tratar a DA. Nesse contexto, substâncias naturais têm sido ativamente estudadas como alternativas viáveis (Shanura *et al.*, 2019; Kim, 2019).

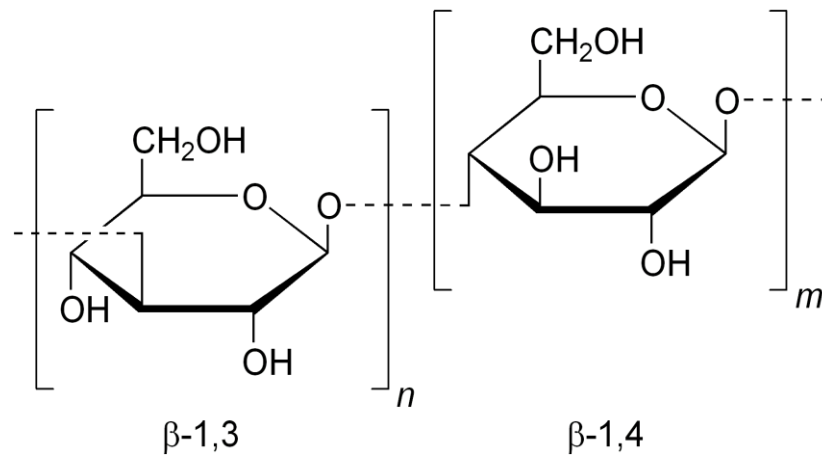
Além disso, a dermatite atópica pode ser agravada por patógenos como o *Staphylococcus aureus* no qual a sua proliferação na pele gera um desequilíbrio entre patógenos da pele e bactérias comensais. Esse desequilíbrio pode ser combatido por meio do uso de prebióticos que promovem o crescimento de microrganismos benéficos, melhorando a saúde do hospedeiro (Di Lodovico *et al.*, 2020). Dentre os prebióticos, a beta-glucana se destaca com propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras, podendo melhorar a função de barreira da pele, reduzir a inflamação e aliviar o prurido.

3.3 Beta-Glucana: composição e estrutura

A beta-glucana é um polissacarídeo não amiláceo pertencente à família dos carboidratos e é composto por longas cadeias de unidades monoméricas de β -D-glicose que mantêm uma ligação glicosídica em β (1 \rightarrow 3), (1 \rightarrow 4) e/ou (1 \rightarrow 6) de forma ramificada ou não ramificada. Sua fórmula molecular é $C_{18}H_{32}O_{16}$ (Fujita, 2003; Kaur, 2020).

Todas as beta-glucanas são formadas por unidades de glicose ligadas, com a ligação β 1–3 sendo essencial para sua atividade. No entanto, há variações na ramificação ao longo da cadeia principal, com algumas moléculas possuindo várias ramificações e outras sendo lineares. Elas possuem estruturas de ramificação, comprimentos e variações diferentes conforme a fonte (Murphy, 2023).

Figura 3 - Estrutura química da beta-glucana presente em cereais.



Fonte: Adaptado de Nakashima *et al.*, 2018.

As várias unidades de glicose ligadas por ligações glicosídicas alfa e beta, e o número de monômeros das beta-glucanas (BG) afeta diretamente seu peso molecular. Como já supracitado, dependendo de sua origem, BGs podem ter uma estrutura linear ou ramificada com diferentes tipos de ligações glicosídicas: β -(1 \rightarrow 3), β -(1 \rightarrow 4) e β -(1 \rightarrow 6). No caso específico das leveduras, a BG é composta por uma espinha dorsal de β -(1 \rightarrow 3) com longas ramificações de β -(1 \rightarrow 6). No entanto, relatos recentes destacam a presença de uma mistura de glucanas da parede celular ligados por (α 1 \rightarrow 4) e β -(1 \rightarrow 4). Nos cogumelos, a BG tem uma espinha dorsal de β -(1 \rightarrow 3) com ramificações curtas de β -(1 \rightarrow 6), enquanto nos cereais a BG possui uma estrutura linear composta por β -(1 \rightarrow 4) - Glucana e β -(1 \rightarrow 3) (Du, 2019; Ruiz-Herrera & Ortiz-Castellanos, 2019; Bastos, 2022).

Dentre os cereais ricos em beta-glucana, a Aveia (*Avena sativa*) e a Cevada (*Hordeum vulgare L.*) são os que apresentam maior teor, apresentando, assim, propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e imunomoduladoras benéficas para a pele. Nos estudos de Fujita (2003), em produtos comerciais o maior teor de fibra se encontra no farelo de aveia que contém 9,68% de beta-glucana, seguido dos flocos de aveia com 7,03%. Já a cevada, os teores oscilaram entre 2,04% a 9,68%, devido a variabilidade genética existente entre os cultivares.

3.4 Potencial cosmético e terapêutico da Beta-Glucana

Estudos recentes têm investigado a eficácia da beta-glucana no tratamento da Dermatite Atópica (DA). O uso tópico de beta-glucanas tem crescido, dado que seus mecanismos de ação pluripotentes (efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, regeneradores, imunomoduladores, radioprotetores, hidratantes e rejuvenescedoras) oferecem um potencial terapêutico significativo como tratamento complementar para diversas doenças cutâneas (Jesenak *et al.*, 2015).

De acordo com Jesenak *et al.* (2015), a eficácia da administração sistêmica de beta-glucana para o tratamento da DA foi comprovada por experimentos realizados tanto em modelos animais quanto em estudos clínicos com humanos. Em um modelo animal de DA, a aplicação de paramylon (beta-glucana de *Euglena gracilis*) causou o bloqueio das respostas de TH1 e TH2. Em outro estudo com modelo animal citado por Jesenak *et al.* (2015), a aplicação tópica do extrato hidrossolúvel do cogumelo *Phellinus linteus*, que continha beta-glucana, reduziu os sintomas clínicos da DA induzida experimentalmente com a diminuição do recrutamento de linfócitos no inflamado.

Ademais, Jesenak *et al.* (2014) demonstram que em estudos com humanos, houve uma inibição da produção de IgE e regulou negativamente os níveis de citocinas pró-alérgicas. A IgE é um importante mediador alérgico e está envolvida na patogênese da DA. Portanto, seu bloqueio poderia ser de potencial interesse terapêutico para a DA. Por fim, num estudo clínico multicêntrico com beta-glucana superfino (lentinano) citados pelos autores, o tratamento com um creme a base de beta-glucana resultou em uma melhora significativa nos marcadores objetivos de gravidade e intensidade da DA, diminuindo a duração e a intensidade das crises.

Portanto, o desenvolvimento de formulações cosméticas que contenham beta-glucana representa uma estratégia inovadora e promissora para o manejo da dermatite atópica. Tais formulações poderiam não apenas aliviar os sintomas da DA, mas também melhorar a função da barreira cutânea e reduzir a inflamação de forma segura e eficaz. Dentre as principais fontes naturais de BG que podem apresentar potencial uso em formulações cosméticas para auxílio no tratamento de DA, destacam-se a aveia e a cevada.

3.5 Aveia

A Aveia (*Avena sativa*) é um cereal de suma importância devido ao valor dos seus nutrientes para alimentação humana, ração animal, cuidados de saúde e cosméticos (figura 4). Em relação ao tratamento tópico, a aveia coloidal tem propriedades emolientes e anti-inflamatórias e pode ser utilizada para erupções cutâneas, eritema, queimaduras, coceira e eczema. Além disso, estudos de Reynertson *et al.* (2015) demonstram que as beta-glucanas presentes na aveia, têm sido usadas como suportes para o crescimento da pele bioartificial e auxiliam na cicatrização de feridas, na resposta a lesões e infecções, além de terem uma grande capacidade de retenção de água.

Figura 4 - Sementes da aveia (*Avena sativa*)



Fonte: Cambridge Naturals, 2024.

A beta-glucana de aveia (OBG – do inglês *Oat Beta-Glucan*) é amplamente conhecida por suas propriedades calmantes, hidratantes e de prevenção de irritações, sendo esses um dos principais fatores para sua utilização em cosméticos. Paudel *et al.* (2021), relatam que estudos *ex vivo* e *in vivo* demonstraram que a OBG penetrou profundamente na pele, alcançando a epiderme e a derme, reduzindo significativamente a profundidade e a altura das rugas e a aspereza da pele. Além disso, a farinha de aveia coloidal também demonstrou ser benéfica no tratamento da psoríase e da dermatite atópica. Por fim, os estudos de Paudel *et al.* (2021) relatam que a aveia coloidal também pode ser utilizada para a proteção da pele contra a luz ultravioleta (UV), pois os flavonoides presentes na aveia absorvem a luz UV na faixa de 320 a 370 nm.

Os efeitos positivos dos tratamentos de condições irritativas da pele com aveia ou farinha de aveia coloidal são atribuídos às substâncias conhecidas como avenantramidas (AVA) presentes na aveia. Estudos indicam que as AVA possuem a capacidade de inibir a atividade do fator nuclear- κ B, bem como a liberação de citocinas e histaminas, que são responsáveis pela ocorrência de dermatites inflamatórias. As AVA modulam as respostas nervosas e tratam várias desordens dermatológicas. Elas também desempenham um papel na prevenção da inflamação secundária em condições em que a função de barreira da pele está comprometida, como na dermatite atópica e no eczema, controlando a sensação de coceira (Reynertson *et al.*, 2015; Paudel *et al.*, 2021).

3.6 Cevada

A Cevada (*Hordeum vulgare L.*) é um cereal que tem sido destinado, em sua maioria, para alimentação animal e produção de malte cervejeiro (figura 5). Porém, possui valor nutricional especial para saúde humana, apresentando compostos fenólicos (responsáveis pela atividade antioxidante do cereal) e apresenta a beta-glucana como constituinte de sua parede celular. É um dos cereais mais produzidos e cultivados em todo o mundo, como já citado anteriormente seu teor de BG varia conforme a variabilidade genética, porém, pode-se afirmar que de forma geral possui um alto teor de beta-glucana em sua estrutura, em média 6% (Fujita, 2003; Limberger, 2011; Goudar, 2020). A cevada é considerada uma matéria-prima barata e renovável, no entanto, existem poucos estudos da sua utilização em formulações cosméticas, carecendo de mais pesquisas a respeito.

Figura 5 - Cevada (*Hordeum vulgare L.*).



Fonte: Portal Embrapa, 2024.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de caráter experimental, aplicada, quali-quantitativa e exploratória.

A pesquisa foi realizada a partir das seguintes etapas:

1. Identificação de fontes naturais ricas em beta-glucana na literatura, que envolveu a delimitação das palavras-chave e das bases de dados em que seriam feitas as pesquisas e a definição dos critérios de inclusão e exclusão.
2. Obtenção dos extratos a partir de fontes naturais ricas em beta-glucana.
3. Avaliação do potencial antioxidante dos extratos.
4. Desenvolvimento de formulações cosméticas.
5. Avaliação da estabilidade preliminar das formulações.

4.1 Identificação de fontes naturais ricas em beta-glucana

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de identificar possíveis fontes naturais ricas em beta-glucana e métodos de extração a partir dessas fontes. Para a pesquisa dos referenciais teóricos, foram utilizadas as palavras chaves “beta-glucana”, “cosméticos”, “aveia” e “cevada”. Para isso, utilizou esses termos em inglês “*beta-glucan*”, “*cosmetics*”, “*oat*” e/ou “*barley*” com a combinação dos operadores booleanos (*AND*, *OR* e *NOT*) e a truncagem (*). As bases de dados utilizadas foram: *PubMed*, *Science Direct*, *Scielo*, *Google Acadêmico*, *Portal CAPES* e *Web of Science*. Os critérios de inclusão e exclusão dos referenciais teóricos foram:

Critérios de inclusão

- a) Escritos em inglês ou português;
- b) Estar de acordo com a temática abordada;
- c) Estudos publicados em revistas científicas revisadas por pares;
- d) Disponíveis em formato digital.

Critérios de exclusão

- a) Estudos não relevantes para o desenvolvimento da pesquisa, como, por exemplo, estudos pré-clínicos, revisões sistemáticas, ensaios clínicos, Trabalhos de Conclusão de Curso, Teses, entre outros.

4.2 Obtenção dos extratos

Após identificação das fontes naturais ricas em beta-glucana (BG), foram selecionadas a Aveia (*Avena sativa*) e a Cevada (*Hordeum vulgare L.*) como as matérias primas para obtenção dos extratos devido a maior concentração de BG, fácil acesso e por serem economicamente mais viáveis (Fujita, 2003). Ambas foram adquiridas de fornecedores certificados.

Por envolver “informações de origem genética de espécies vegetais, incluindo substâncias oriundas do metabolismo destes seres vivos”, caracterizadas pela Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, como “patrimônio genético”, esta pesquisa seguiu as normas do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) (Brasil, 2015).

Para obtenção, o método de Azwanida (2015) foi utilizado de forma adaptada. Foram pesadas 50 g de cada fonte natural de beta-glucana (aveia e cevada), e em seguida transferidos para béqueres individuais e identificados. Essas amostras foram embebidas em água destilada morna (50°C) até que o material fosse coberto, seguido de homogeneização. Os béqueres foram cobertos com plástico filme e mantidos à temperatura ambiente por 4 dias. Entretanto, esses extratos foram descartados devido à contaminação por fungos.

Figura 6 - Extratos aquosos de cevada (esquerda) e aveia (direita) contaminados por fungos.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Houve mais uma tentativa de extração aquosa, dessa vez, deixando o material em temperatura ambiente por 24 horas (processo de maceração). Em seguida, separou-se o sólido do líquido através de um tamis e o líquido reservado a 2-8°C. Após 24 horas, o líquido foi filtrado e o extrato armazenado em recipientes plásticos identificados. Os sólidos restantes seguiram o mesmo processo sem nova pesagem. Contudo, mesmo com a mudança de metodologia, os extratos apresentaram o mesmo problema da primeira tentativa e foram descartados.

Devido a esses problemas de conservação, foi preparado uma solução hidroetanólica à 30% utilizando etanol e água destilada, conforme a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2012). Foram adicionados 100ml da mistura de solventes sobre 30 g de aveia e cevada, separadamente, homogeneizando e mantendo o extrato à temperatura ambiente por 24 horas. Logo após, seguiu-se a separação do sólido e líquido com tamis, filtragem e adição de mais 100 ml da mistura de solventes ao resíduo sólido para nova extração. 24 horas depois, foi feita novamente a separação e filtração e, posteriormente, os extratos bruto líquidos obtidos foram armazenados em refrigerador a 2-8°C. Esse processo é chamado de maceração e remaceração, que tem como vantagem o aumento do rendimento dos compostos bioativos que não foram totalmente extraídos na primeira maceração.

Figura 7 - Extratos hidroetanólicos de cevada (esquerda) e aveia (direita) em processo de maceração e remaceração.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

DPPH. Em seguida, homogeneizou-se e após 30 minutos, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro em três cubetas em 515nm, e foram anotados os valores obtidos. Todas as análises foram repetidas três vezes e acompanhadas por um controle, consistindo de uma solução de DPPH.

Avaliou-se, também, o potencial antioxidante da formulação cosmética contendo os extratos. O procedimento foi semelhante. Foram feitas diluições nas concentrações de 1000, 500 e 100 ppm sendo preparadas 3 diluições das amostras da formulação em cada concentração: 0,1 ml da formulação cosmética diluída + 3,9 ml do estoque 60 micromolar de DPPH.

4.4 Desenvolvimento de formulações cosméticas

A base cosmética escolhida para formulação cosmética foi uma emulsão cremosa do tipo óleo em água (O/A), devido à sua capacidade superior de penetração na pele. O tipo de emulsão foi uma loção não iônica. A formulação foi desenvolvida com base em fórmulas descritas no Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2012) e levou em consideração as matérias-primas disponíveis no mercado nacional.

Por se tratar de uma emulsão, a produção da formulação foi dividida em três fases: Fase A (aquosa), Fase B (oleosa) e Fase C (complementar). O processo iniciou-se com o aquecimento das fases A e B separadamente em um banho-maria a uma temperatura de 70-75°C, garantindo uma dissolução completa de todos os componentes. Em seguida, a Fase A foi adicionada lentamente à Fase B mantendo a agitação até a emulsão atingir 40°C. Após esse processo de emulsificação e resfriamento, os componentes da Fase C (exceto os extratos ricos naturais ricos em beta glucana) foram incorporados de maneira gradual, garantindo uma homogeneidade de formulação. O pH final da loção foi verificado e não foi necessário ajuste, visto que estava dentro da faixa ideal de 5,0 a 5,5. Os componentes da formulação estão descritos no quadro 1.

Quadro 1 - Componentes da formulação cosmética desenvolvida.

Fase A (Aquosa):
Água Purificada
Edetato Dissódico
Glicerina Vegetal
Fase B (Oleosa):
Olivem 1000 ®
Álcool Cetílico
Tocoferol (Vitamina E)
Fase C (Complementar):
Óleo De Coco
Óleo De Rosa Mosqueta
Óleo De Semente De Uva
Essência de Aveia
Lexgard
Extrato hidroetanólico de aveia/cevada rico em Beta-Glucana*

*Em cada amostra da formulação foi incorporado um extrato, ou de aveia, ou de cevada.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Foram produzidos 360g de formulação cosmética sem adição de nenhum extrato e, posteriormente, divididos igualmente em três amostras (amostra 1, amostra 2 e amostra 3). Cada amostra continha 120g. Na amostra 1, foi incorporado 10% de extrato hidroetanólico de aveia, na amostra 2 foi incorporado 10% de extrato hidroetanólico de cevada e na amostra 3 não foi incorporado nenhum extrato, sendo utilizado como amostra controle nos testes de estabilidade.

4.5 Avaliação da estabilidade preliminar das formulações

A avaliação preliminar da estabilidade do produto foi baseada no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (Brasil, 2004). O objetivo dessa avaliação é auxiliar na triagem de formulações desenvolvidas e/ou verificação da necessidade de ajustes nos componentes das formulações, avaliando incompatibilidades e necessidades de adição e/ou troca de agentes estabilizantes.

O teste foi conduzido por um período de 5 dias, durante o qual as formulações foram submetidas a condições de estresse para acelerar a manifestação de possíveis sinais de instabilidade.

As amostras foram submetidas ao teste de centrifugação a 3000 rpm durante 30 minutos, logo após foram expostas a ciclos de aquecimento em estufas ($45 \pm 5^\circ\text{C}$) e resfriamento em refrigeradores ($5 \pm 2^\circ\text{C}$).

As avaliações ocorreram diariamente após 24 horas da produção do produto. Os parâmetros analisados foram: aspecto, cor, odor e pH.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Obtenção dos extratos

As tentativas de extração aquosa de beta-glucana a partir de aveia e cevada inicialmente falharam, resultando em contaminação por fungos. A primeira extração, realizada em água destilada morna por 4 dias, foi descartada por esse motivo. Na segunda tentativa, mesmo após a modificação do tempo de extração para 24 horas em temperatura ambiente, os extratos apresentaram o mesmo problema de contaminação e foram também descartados.

A mudança do líquido extrator para uma solução hidroetanólica a 30% mostrou-se eficaz. Após a homogeneização com 100 ml do solvente extrator sobre 30g de aveia e cevada,

e a separação do sólido e líquido, os extratos líquidos bruto foram armazenados a temperaturas controladas (2-8°C). Essa abordagem possibilitou diminuir os riscos de degradação microbiana, resultando em extratos mais estáveis.

A eficácia da solução hidroetanólica sugere que futuras extrações devem considerar métodos que garantam a preservação da integridade do extrato bruto líquido. A utilização de soluções hidroetanólicas é amplamente referenciada, no qual se destaca a capacidade do etanol de extrair compostos bioativos e aumentar a estabilidade microbiológica dos extratos.

O quadro 2 apresenta comparações entre os dois extratos: o extrato com o solvente aquoso e o extrato com o solvente hidroetanólico. Os aspectos comparados foram estabilidade na formulação, toxicidade e segurança, facilidade de produção e aplicabilidade cosmética.

Quadro 2 - Comparação entre os extratos

Aspecto	Extrato com Solvente Aquoso	Extrato com Solvente Hidroetanólico 30%
Estabilidade na Formulação	Maior risco de contaminação com microorganismos.	Maior conservação.
Toxicidade e Segurança	Menor risco de processos alérgicos, ideal para peles sensíveis.	Pode apresentar risco maior devido aos resíduos de etanol.
Facilidade de Produção	Processo simples e econômico, porém, mais lento.	Extração eficiente.
Aplicabilidade Cosmética	Alta compatibilidade com formulações baseadas em água.	Melhor estabilidade em emulsões e produtos com fase oleosa.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

5.2 Avaliação do potencial antioxidante dos extratos

Os extratos de aveia e cevada e as formulações cosméticas foram testados em concentrações de 100 ppm, 500 ppm e 1000 ppm, e os valores de absorvância foram medidos após 30 minutos de reação em um espectrofotômetro UV-visível. As porcentagens de redução do radical DPPH foram calculadas em relação ao controle e estão apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Absorbâncias e porcentagens de redução do DPPH dos extratos:

Absorbâncias e porcentagens de redução do DPPH do extrato de aveia			
Concentração (ppm)	Absorbância média (n=3)	DPPH Remanescente (%)	Redução do DPPH (%)
100	0,553	78,365	21,63
500	0,537	76,192	23,80
1000	0,534	75,767	24,23
Absorbâncias e porcentagens de redução do DPPH do extrato de cevada			
Concentração (ppm)	Absorbância média (n=3)	DPPH Remanescente (%)	Redução do DPPH (%)
100	0,174	24,75	75,24
500	0,177	25,17	74,82
1000	0,165	23,47	76,52

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Os resultados revelaram que os extratos de cevada apresentaram maior potencial antioxidante nas concentrações mais altas, com redução de até 75,24% no radical DPPH a 1000 ppm. Já os extratos de aveia mostraram uma menor capacidade antioxidante geral, alcançando sua maior redução (24,23%) também na concentração mais alta. Esses resultados corroboram estudos prévios que destacam a cevada como uma fonte rica em compostos antioxidantes, como os ácidos fenólicos e flavonoides (Zimmermann *et al.*, 2013).

A atividade antioxidante da cevada destaca-se pela sua alta concentração de compostos bioativos com elevada capacidade de doação de elétrons, como ácidos ferúlico e cafeico (Zhu, 2015). Essa característica pode conferir ao extrato de cevada um potencial significativo para aplicações cosméticas voltadas à proteção contra o estresse oxidativo. Por outro lado, os extratos de aveia, embora apresentem uma menor eficiência antioxidante no teste DPPH, possuem compostos antioxidantes também, como flavonoides e compostos fenólicos, com destaque para as avenantramidas, conhecidos por suas propriedades calmantes e anti-inflamatórias, que podem beneficiar formulações para peles sensíveis (Reynertson *et al.*, 2015).

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação antioxidante das formulações cosméticas contendo extratos de aveia e cevada, respectivamente. A formulação cosmética contendo extrato de aveia mostrou uma redução do DPPH, com valores entre 58,85% a 60,08%. Esses resultados indicam que a incorporação do extrato em uma matriz cosmética mantém um potencial antioxidante relativamente estável em todas as concentrações avaliadas (100, 500 e 1000 ppm). A leve variação pode sugerir que o extrato de aveia interage bem com a formulação cosmética, preservando sua capacidade antioxidante.

A formulação cosmética contendo extrato de cevada apresentou uma redução do DPPH consideravelmente menor, com valores entre 37,50% a 38,50%. Esses resultados indicam que o extrato de cevada, ao ser incorporado à formulação, perdeu uma parte significativa de sua eficácia antioxidante, possivelmente devido a interações químicas com os outros componentes da formulação.

Tabela 2 - Absorbâncias e porcentagens de redução do DPPH das formulações:

Absorbâncias e porcentagens de redução do DPPH da formulação cosmética contendo extrato de aveia			
Concentração (ppm)	Absorbância média (n=3)	DPPH Remanescente (%)	Redução do DPPH (%)
100	0,281	39,91	60,08
500	0,286	40,57	59,42
1000	0,290	41,14	58,85
Absorbâncias e porcentagens de redução do DPPH da formulação cosmética contendo extrato de cevada			
Concentração (ppm)	Absorbância média (n=3)	DPPH Remanescente (%)	Redução do DPPH (%)
100	0,435	61,64	38,35
500	0,441	62,49	37,50
1000	0,434	61,59	38,50

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

É preciso destacar que, prolongados tempos de extração aumentam a possibilidade de oxidação dos polifenóis, a menos que agentes redutores sejam adicionados ao sistema solvente (Klajn *et al.*, 2012). Dito isto, a forma de armazenamento do extrato e o método de extração podem ter contribuído, também, para esses resultados.

Além do mais, embora o método DPPH seja amplamente utilizado, é importante destacar suas limitações. Ele avalia apenas a capacidade de captura de radicais livres e não reflete outros mecanismos antioxidantes, como a redução de metais ou a inibição da peroxidação lipídica. Estudos complementares utilizando métodos como FRAP (*Ferric-Reducing Ability of Plasma*) e ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) são recomendados para uma análise mais abrangente para caracterizar completamente um composto como antioxidante (Ciesla *et al.*, 2012).

Os extratos de aveia e cevada demonstraram um potencial atividade antioxidante no ensaio com DPPH, com destaque para a cevada devido à sua maior eficiência na captura de radicais livres. Esses resultados suportam o uso de ambos os extratos em formulações cosméticas, com indicações distintas dependendo do objetivo terapêutico e do tipo de pele tratado. Entretanto, estudos adicionais com outros métodos avaliativos são necessários para validar e expandir as aplicações desses extratos naturais no setor cosmético.

5.3 Desenvolvimento de formulações cosméticas

A base cosmética escolhida para a formulação foi uma emulsão cremosa O/A, ideal para produtos destinados a peles sensíveis e irritadas. A formulação, seguindo as diretrizes do *Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira* (Brasil, 2012), priorizou a leveza e a suavidade ao toque, visando a baixa oleosidade, características fundamentais para promover conforto na aplicação. A escolha de uma loção não iônica (figura 7) foi estratégica, pois esse tipo de emulsão é conhecido por sua estabilidade e menor potencial irritante, tornando-a adequada para peles irritativas.

Com o objetivo de reduzir a utilização de ingredientes sintéticos, foi realizada a substituição de componentes de acordo com a função e compatibilidade conforme as recomendações do *Handbook of Pharmaceutical Excipients* (Sheskey *et al.*, 2017) priorizando excipientes derivados de fontes naturais, principalmente vegetais. Além desse objetivo, a

escolha dos componentes da formulação levou em consideração, também, funcionalidades e compatibilidade com peles sensíveis, considerando a necessidade de hidratação, proteção antioxidante e ação calmante, especialmente para peles acometidas pela Dermatite Atópica.

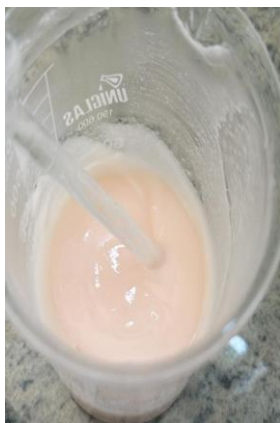
A função de cada componente na formulação da loção cosmética não iônica está descrita no quadro 3:

Quadro 3 - Componentes da formulação cosmética desenvolvida

Fase A (aquosa):	
Água purificada	Usada como solvente principal e veículo de dispersão dos outros componentes.
Edetato dissódico	Agente quelante usado para estabilizar a formulação, inibindo a ação de íons metálicos que podem acelerar a degradação de outros ingredientes.
Glicerina vegetal (umectante natural)	Ação umectante. Derivado de plantas, que auxilia na retenção de água na pele, promovendo hidratação sem obstruir os poros.
Fase B (oleosa):	
Olivem 1000 ®	Derivado do azeite de oliva, atua como emoliente suave, proporcionando uma textura agradável sem aumentar a oleosidade. Este componente também ajuda na formação da emulsão, garantindo estabilidade.
Álcool cetílico	Um álcool graxo de origem vegetal, utilizado como emulsionante e espessante, conferindo à formulação uma textura cremosa.
Tocoferol (vitamina E)	Um antioxidante natural que protege a pele dos danos causados por radicais livres e ajuda na preservação dos óleos na formulação, evitando a oxidação.
Fase C (complementar):	
Óleo de Coco	Confere emoliência.
Rosa mosqueta	Auxilia na regeneração da pele e no combate ao envelhecimento precoce.
Semente de uva	Oferece leveza e alto poder hidratante.
Essência de aveia	Adicionada para proporcionar um aroma suave à fórmula.
Lexgard	Conservante antimicrobiano suave que garante a segurança do produto, inibindo o crescimento de micro-organismos sem ser agressivo à pele.
Extrato hidroetanólico de aveia/cevada	Utilizado como ativo principal. A beta-glucana possui propriedades calmantes, cicatrizantes e antioxidantes.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Figura 9 - Formulação cosmética loção não iônica.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Após o desenvolvimento da formulação, foi avaliado o aspecto sensorial da mesma. A avaliação sensorial das formulações cosméticas contendo os extratos de aveia e cevada mostrou resultados positivos em relação aos critérios analisados: textura, absorção e sensação na pele. Esses parâmetros são essenciais na aceitação do produto pelo consumidor e na percepção da eficácia cosmética. Os resultados da avaliação estão descritos no quadro abaixo:

Quadro 4 - Avaliação Sensorial das formulações

Critério	Descrição
Textura	Toque suave e leve
Absorção	Rápida, sem sensação oleosa
Sensação na pele	Hidratante e confortável

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

5.4 Avaliação da estabilidade preliminar das formulações

A avaliação preliminar da estabilidade do produto foi realizada de acordo com o *Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos* da ANVISA (Brasil, 2004), com o objetivo de auxiliar na triagem das formulações desenvolvidas. O teste foi conduzido por 5 dias, expondo as amostras a condições de estresse que visavam acelerar a detecção de possíveis sinais de instabilidade, como separação de fases, mudanças de cor ou odor, entre outros.

Dividiu-se em 3 amostras: formulação cosmética incorporada com o extrato de aveia, formulação cosmética incorporada com o extrato de cevada e amostra controle correspondente à base cosmética sem nenhum dos extratos. Assim, as amostras passaram por um teste de centrifugação, seguido pela exposição a ciclos alternados de aquecimento em estufas ($45 \pm 5^\circ\text{C}$) e resfriamento em refrigeradores ($5 \pm 2^\circ\text{C}$).

Figura 10 - Centrífuga utilizada e amostras da loção contendo os extratos de cevada (C) e aveia (A) após centrifugação.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

O teste de centrifugação é uma metodologia recomendada antes de iniciar os testes de estabilidade de formulações cosméticas. É um dos procedimentos de triagem que simulam condições extremas e ajudam a identificar instabilidades que poderiam surgir durante o ciclo de vida do produto. Nesse teste, identifica-se problemas como separação de fases, sedimentação ou cremeação em um curto período de tempo (Brasil, 2004). A amostra manteve sua homogeneidade após o teste, sem separação de fases ou outros sinais visíveis de instabilidade.

Para os testes de estabilidade preliminar, os procedimentos de aquecimento e resfriamento foram repetidos diariamente durante o período de avaliação (5 dias). Essas condições de estresse são um método eficaz para simular variações extremas de temperatura que podem ocorrer durante o transporte e armazenamento de cosméticos. Após 24 horas de cada procedimento, as formulações eram avaliadas. Diversos parâmetros foram observados durante o período de avaliação, esses parâmetros estão descritos no quadro 5.

Quadro 5 - parâmetros físico-químicos avaliados nas formulações

Parâmetro	Método de análise	Requisitos	Resultados obtidos
Homogeneidade	Observação visual	Homogênea	Homogênea, mas com pequenos grumos pouco perceptíveis
Cor	Observação visual	Sem alteração de cor	Uniforme, rosa bebê
Odor	Observação olfativa	Suave e característico	Cheiro característico da composição e essência (aveia)
pH	Fitas medidoras de pH	5,0 a 5,5	5,2
Separação de Fases	Centrifugação a 3000 rpm (30min)	Sem separação	Nenhuma separação
Estabilidade térmica	Ciclos de 45°C e 5°C	Estável	Estável

Fonte: Autoria própria, 2024.

Os resultados preliminares indicaram uma boa estabilidade das formulações desenvolvidas. A ausência de alterações significativas nas propriedades físicas, como aparência, cor e viscosidade, reforça a compatibilidade dos ingredientes selecionados, tanto naturais quanto sintéticos. A escolha de uma emulsão não iônica, associada a excipientes de origem vegetal, contribuiu para a estabilidade geral do produto. A manutenção do pH adequado também garantiu que a formulação fosse segura para peles sensíveis, sem apresentar sinais de irritação potencial.

Figura 11 - Amostra após ser submetida aos testes de estabilidade preliminar.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

A exposição a condições extremas de temperatura mostrou que a formulação possui resistência a variações ambientais, fator essencial para garantir a durabilidade e qualidade do produto durante o transporte e armazenamento. Assim, pode-se afirmar que a emulsão cosmética desenvolvida foi aprovada no teste de estabilidade preliminar, entretanto, outros testes, como, por exemplo, estabilidade acelerada e prateleira, são necessários para determinar a validade do produto e ter uma melhor avaliação do produto, conforme preconiza o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos da ANVISA (Brasil, 2004).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A beta-glucana (BG) possui um papel promissor no auxílio do tratamento da dermatite atópica (DA). Seus efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes, hidratantes, imunomoduladores e regeneradores conferem a esse ativo um grande potencial terapêutico para aliviar os sintomas da DA, como a inflamação, o prurido e a disfunção da barreira cutânea. O uso de extratos naturais ricos em BG em formulações cosméticas surge, assim, como uma alternativa segura e eficaz, capaz de complementar os tratamentos convencionais e minimizar seus efeitos adversos.

Logo, esta pesquisa buscou explorar o potencial dos extratos naturais de aveia (*Avena sativa*) e cevada (*Hordeum vulgare L.*) em formulações cosméticas para uso em condições irritativas, como a DA.

Os resultados obtidos ao longo deste estudo demonstraram que os extratos de cevada apresentaram maior capacidade antioxidante no ensaio de DPPH. Esse desempenho pode ser atribuído à presença de compostos fenólicos, como ácidos ferúlico e cafeico, que conferem à cevada um elevado potencial de neutralização de radicais livres. Em contrapartida, os extratos de aveia apresentaram uma capacidade antioxidante mais moderada, mas é importante destacar suas propriedades calmantes e hidratantes, que são altamente relevantes para peles sensíveis e com condições inflamatórias, como a DA. Este trabalho reforça a importância da utilização de metodologias complementares para avaliação da atividade antioxidante.

As formulações cosméticas desenvolvidas, baseadas em emulsões do tipo óleo em água (O/A), demonstraram compatibilidade com os extratos incorporados e mantiveram estabilidade preliminar satisfatória, com parâmetros físico-químicos consistentes ao longo dos testes realizados. Além disso, a continuidade dos estudos deve focar na estabilidade acelerada e teste de prateleira dos produtos, bem como na avaliação de outros benefícios terapêuticos relacionados às propriedades bioativas dos extratos naturais.

Destarte, os extratos de aveia e cevada possuem grande potencial como ingredientes cosméticos naturais, alinhados às tendências de sustentabilidade e eficácia na indústria cosmética. O presente trabalho contribui para a expansão de alternativas naturais e inovadoras no desenvolvimento de produtos cosméticos, promovendo avanços tanto na ciência cosmética quanto na área de saúde e bem-estar.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS (ABIHPEC). **A Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos Essencial para o Brasil**. ABIHPEC. 2024. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/panorama-do-setor/>. Acesso em: 20 de abril de 2024.

ABDO, J. M.; SOPKO, N.; MILNER, S. The applied anatomy of human skin: A model for regeneration. **Wound Medicine**, v. 28, n. 28, p. 100-179, 2020.

ANGLES, M. V.; ANTONIETTI, C.; TORRE, A.; FRANZÉ, E.; MAZZUOCCOLO, L.; PARISI, C. Prevalência de dermatite atópica em adultos. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 97, n.1, p. 107-109, 2022.

AZWANIDA, N. N. A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. **Med. Aromat. Plants**, v. 04, n. 3, p. 1-6, 2015.

BASTOS, R.; OLIVEIRA, P.; GASPAR, V.; MANO, J.; COIMBRA, M.; COELHO, E. Brewer's yeast polysaccharides — A review of their exquisite structural features and biomedical applications. **Carbohydrate polymers**, v. 277, n. 118826, p. 118826, 2022.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**. v. 28, n.1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. 1. ed. Brasília: ANVISA, 2004. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cosmeticos.pdf>. Acessado em: 23 de julho de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2. ed. Brasília: ANVISA, 2012.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015**. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001, e dá outras providências. Brasília, 2015.

BYRD, A. L; BELKAID, Y.; SEGRE, J. O microbioma da pele humana. **Nature Reviews Microbiology**, v. 16, n. 3, p. 143–155, mar. 2018.

CELORIA, V.; ROSSET, F.; PALA, V.; DAPAVO, P.; RIBERO, S.; QUAGLINO, P.; MASTORINO, L. The skin microbiome and its role in psoriasis: A review. **Psoriasis (Auckland, N.Z.)**, v. 13, p. 71–78, 2023.

CIEŚLA, Ł.; KRYSZEŃ, J.; STOCHMAL, A.; OLESZEK, W.; WAKSMUNDZKA-HAJNOS, M. Approach to develop a standardized TLC-DPPH• test for assessing free radical scavenging properties of selected phenolic compounds. **Journal of pharmaceutical and biomedical analysis**, v. 70, p. 126–135, 2012.

DARRIGADE, A. S.; LEGRAND, A.; ANDREU, N.; JACQUEMIN, C.; BONIFACE, K.; TAÏEB, A.; SENESCHAL, J. Dual efficacy of dupilumab in a patient with concomitant atopic dermatitis and alopecia areata. **The British journal of dermatology**, v. 179, n. 2, p. 534–536, 2018.

DI LODOVICO, S.; GASPARRI, F.; DI CAMPLI, E.; DI FERMO, P.; D'ERCOLE, S.; CELLINI, L.; DI GIULIO, M. Prebiotic combinations effects on the colonization of staphylococcal skin strains. **Microorganisms**, v. 9, n. 1, p. 37, 2020.

DU, B.; MEENU, M.; LIU, H.; XU, B. A concise review on the molecular structure and function relationship of β -glucan. **International journal of molecular sciences**, v. 20, n. 16, p. 4032, 2019.

ECOCERT. **Mercado de cosméticos orgânicos: crescimento e expansão dos negócios**. ECOCERT, 2022. Disponível em: <https://www.ecocert.com/pt-BR/artigo/5091281>. Acesso em: 10 de junho de 2024.

EDSLEV, S. M.; AGNER, T.; ANDERSEN, P. S. Skin microbiome in atopic dermatitis. **Acta dermato-venereologica**, v. 100, n. 12, p. adv00164, 2020.

FUJITA, A. H.; FIGUEROA, M. Composição centesimal e teor de beta-glucana em cereais e derivados. **Food Science and Technology**, v. 23, n. 2, p. 116–120, 2003.

GOUDAR, G.; SHARMA, P.; JANGHU, S.; LONGVAH, T. Effect of processing on barley β -glucan content, its molecular weight and extractability. **International journal of biological macromolecules**, v. 162, p. 1204–1216, 2020.

GRUBER, F.; KREMSLEHNER, C.; ECKHART, L.; TSCHACHLER, E. Cell aging and cellular senescence in skin aging — Recent advances in fibroblast and keratinocyte biology. **Experimental Gerontology**, v. 130, p. 110780, 2020.

JESENAK, M.; HRUBISKO, M.; MAJTAN, J. β -Glucan-based cream (containing pleuran isolated from *pleurotus ostreatus*) in supportive treatment of mild-to-moderate atopic dermatitis. **The Journal of dermatological treatment**, v. 27, n. 4, p. 351–354, 2016.

KAUR, R.; SHARMA, M.; JI, D.; XU, M.; AGYEI, D. Structural features, modification, and functionalities of beta-glucan. **Fibers (Basel, Switzerland)**, v. 8, n. 1, p. 1, 2019.

KIM, J. A.; KIM, S.; KIM, I.; YU, D.; KIM, G. II; MOON, Y.; KIM, S.; LEE, S.; YUN, C.; CHOI, I.; CHO, K. Galectin-9 induced by dietary prebiotics regulates immunomodulation to reduce atopic dermatitis symptoms in 1-chloro-2,4-dinitrobenzene (DNCEB)-treated NC/Nga mice. **Journal of microbiology and biotechnology**, v. 30, n. 9, p. 1343–1354, 2020.

KIM, I. S.; LEE, S.; KWON, Y.; ADHIKARI, B.; KIM, J.; YU, D.; KIM, G. II; LIM, J.; KIM, S.; LEE, S.; MOON, Y.; CHOI, I.; CHO, K. Oral administration of β glucan and *Lactobacillus plantarum* alleviates atopic dermatitis-like symptoms. **Journal of microbiology and biotechnology**, v. 29, n. 11, p. 1693–1706, 2019.

KLAJN, V. M.; GUTKOSKI, L. C.; FIORENTINI, Â. M.; ELIAS, M. C. Compostos antioxidantes em aveia. **R. Bras. Agrocência**, Pelotas, v. 18, p. 292–303, 2012.

LIMBERGER, V. M.; FRANCISCO, A.; BORGES, M.; ORO, T.; OGLIARI, P.; SCHEUER, P.; NORONHA, C. *et al.* Extração de β -glucanas de cevada e caracterização parcial do amido residual. **Ciência rural**, v. 41, n. 12, p. 2217–2223, 2011.

LUGER, T.; AMAGAI, M.; DRENO, B.; DAGNELIE, M.; LIAO, W.; KABASHIMA, K.; SCHIKOWSKI, T.; PROKSCH, E.; ELIAS, P. M.; SIMON, M.; SIMPSON, E.; GRINICH, E.; SCHMUTH, M. Atopic dermatitis: Role of the skin barrier, environment, microbiome, and therapeutic agents. **Journal of dermatological science**, v. 102, n. 3, p. 142–157, 2021.

MAAROUF, M.; MAAROUF, C. L.; YOSIPOVITCH, G.; SHI, V. Y. O impacto do estresse na função da barreira epidérmica: uma revisão baseada em evidências. **British Journal of Dermatology**, v. 181, n.6, p. 1129–1137, 2019.

MARIANO, I. A.; MARQUES, A.; BARBOSA, C.; VIEIRA, H.; AGUILAR, J.; SOUZA, L.; MIRANDA, M.; MORAES, M.; LOUBET, M.; GUERRA, S. Dermatite atópica na infância - uma revisão abrangente sobre a epidemiologia, fisiopatogênese, fatores de risco, diagnóstico, abordagem medicamentosa, cuidados com a pele, complicações, prognóstico e qualidade de vida. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 2, p. e67848, 2024.

MURPHY, E. J.; REZOAGLI, E.; COLLINS, C.; SAHA, S. K.; MAJOR, I.; MURRAY, P. Sustainable production and pharmaceutical applications of β -glucan from microbial sources. **Microbiological research**, v. 274, n. 127424, p. 127424, 2023.

NAKASHIMA, A.; YAMADA, K.; IWATA, O.; SUGIMOTO, R.; ATSUJI, K.; OGAWA, T.; ISHIBASHI-OHGO, N.; SUZUKI, K. B-glucan in foods and its physiological functions. **Journal of nutritional science and vitaminology**, v. 64, n. 1, p. 8–17, 2018.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH•: estudo de revisão. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 17, n. 1, p. 36–44, 2015.

PAUDEL, D.; DHUNGANA, B.; CAFFE, M.; KRISHNAN, P. A review of health-beneficial properties of oats. **Foods (Basel, Switzerland)**, v. 10, n. 11, p. 2591, 2021.

PIQUERO-CASALS, J.; MORGADO-CARRASCO, D.; ROZAS-MUÑOZ, E.; MIR-BONAFÉ, J. F.; TRULLÀS, C.; JOURDAN, E.; PIQUERO-MARTIN, J.; ZOUBOULIS, C. C.; KRUTMANN, J. Sun exposure, a relevant exposome factor in acne patients and how photoprotection can improve outcomes. **Journal of cosmetic dermatology**, v. 22, n. 6, p. 1919–1928, 2023.

PRADO, E. Dermatite atópica grave: guia prático de tratamento da Associação Brasileira de Alergia e Imunologia e Sociedade Brasileira de Pediatria. **Arquivos de Asmas, Alergia e Imunologia**, v. 6, n. 4, 2022.

REYNERTSON, K. A.; GARAY, M.; NEBUS, J.; CHON, S.; KAUR, S.; MAHMOOD, K.; KIZOULIS, M.; SOUTHALL, M. D. Anti-inflammatory activities of colloidal oatmeal (*Avena sativa*) contribute to the effectiveness of oats in treatment of itch associated with dry, irritated skin. **Journal of drugs in dermatology: JDD**, v. 14, n. 1, p. 43–48, 2015.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZJIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.G., Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado técnico on line EMBRAPA Agroindústria Tropical**, nº 127, 2007b.

RUIZ-HERRERA, J.; ORTIZ-CASTELLANOS, L. Cell wall glucans of fungi. **A review. Cell surface (Amsterdam)**, v. 5, n. 100022, p. 100022, 2019.

SHANURA, F., KIM, K., JEON, J., KIM, D. I. Algal polysaccharides: potential bioactive substances for cosmeceutical applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, v.39, n.1, p. 99–113, 2019.

SHEKESKEY, PJ; COOK, WG; CABO, CG (EDS.). Handbook of Pharmaceutical Excipients. 8. ed. Londres, **England: Pharmaceutical Press**, 2017.

SIDBURY, R.; ALIKHAN, A.; BERCOVITCH, L.; COHEN, D. E.; DARR, J. M.; DRUCKER, A. M.; EICHENFIELD, L. F.; FRAZER-GREEN, L.; PALLER, A. S.; SCHWARZENBERGER, K.; SILVERBERG, J. I.; SINGH, A. M.; WU, P. A.; DAVIS, D. M. R. Guidelines of care for the management of atopic dermatitis in adults with topical therapies. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 89, n. 1, p. e1–e20, 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA (SBD). **Dermatite Atópica**. SBD. 2021. Disponível em: <https://www.sbd.org.br/dermatite-atopica/numeros.html>. Acesso em: 20 de abril de 2024.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, jul./set. 2011.

SOUSA, P.; TAVARES-VALENTE, D.; AMORIM, M.; AZEVEDO-SILVA, J.; PINTADO, M.; FERNANDES, J. Extratos de β -Glucano como Ingredientes Multifuncionais de Alto Valor para a Saúde da Pele: Uma Revisão. **Carbohydrate polymers**, v. 322, p. 121329–121329, 1 dez. 2023.

UNITED STATES, National Center for Biotechnology Information. **PubChem Compound Summary for CID 439262, beta-Glucan**. NCBI, 2022. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/beta-Glucan>. Acessado em: 09 de abril de 2024.

VIEIRA, L., SOUSA, M., MANCINI-FILHO, J., LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888–897, 2011.

WEIDINGER, S.; NOVAK, N. Atopic dermatitis. **The Lancet**, v. 387, n. 10023, p. 1109–1122, 2016.

ZIMMERMANN, A. M.; RIVERO, A. C.; BEZERRA, A. S.; RUVIARO, A. R.; NOVACK, M. M.; NÖRNBERG, J. L. Antioxidant potential of barley extract in rats subjected to a high-fat diet. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 167–171, 2013.

ZHU, Y.; LI, T.; FU, X.; ABBASI, A. M.; ZHENG, B.; LIU, R. H. Phenolics content, antioxidant and antiproliferative activities of dehulled highland barley (*Hordeum vulgare* L.). **Journal of functional foods**, v. 19, p. 439–450, 2015.