

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**FACULDADE DE FARMÁCIA**

**BEATRIZ SANTIAGO GUIMARÃES BONFIM**

**Probióticos em cosméticos: uma descrição sobre os desafios do desenvolvimento  
tecnológico, suas aplicações e perspectivas de mercado**

**GOIÂNIA/GO**

**2024**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE FARMÁCIA

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

### 1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Beatriz Santiago Guimarães Bonfim

Título do trabalho: Probióticos em cosméticos: uma descrição sobre os desafios do desenvolvimento tecnológico, suas aplicações e perspectivas de mercado

### 2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [ x ] SIM [ ] NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

#### Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

**Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Luis Antonio Dantas Silva, Professor do Magistério Superior**, em 23/01/2024, às 09:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Beatriz Santiago Guimarães Bonfim, Discente**, em 23/01/2024, às 13:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4321846** e o código CRC **9D7F767F**.

**BEATRIZ SANTIAGO GUIMARÃES BONFIM**

**Probióticos em cosméticos: uma descrição sobre os desafios do desenvolvimento tecnológico, suas aplicações e perspectivas de mercado**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Farmácia da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

**Orientador:** Prof. Dr. Luís Antônio Dantas Silva

**Co-orientadora:** Profa. Dra. Danielle Guimarães Almeida Diniz

GOIÂNIA/GO

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Bonfim, Beatriz Santiago Guimarães

Probióticos em cosméticos: uma descrição sobre os desafios do  
desenvolvimento tecnológico, suas aplicações e perspectivas de mercado  
[manuscrito] / Beatriz Santiago Guimarães Bonfim. - 2024.

XXVIII, 28 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Luís Antônio Dantas Silva; co-orientadora Dra.  
Danielle Guimarães Almeida Diniz.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Goiás, Faculdade Farmácia (FF), Farmácia, Goiânia, 2024.

Bibliografia.

1. Probióticos em cosméticos. 2. tecnologia cosmética. 3. microbiota e a  
saúde da pele. 4. mercado global de probióticos. 5. ativos cosméticos  
biotecnológicos. I. Silva, Luís Antônio Dantas, orient.

II. Título.

CDU 615.1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE FARMÁCIA

### ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao(s) vinte e três dia) do mês de janeiro do ano de 2024 iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Probióticos em cosméticos: uma descrição sobre os desafios do desenvolvimento tecnológico, suas aplicações e perspectivas de mercado”, de autoria de Beatriz Santiago Guimarães Bonfim, do curso de Farmácia, da Faculdade de Farmácia da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo Prof. Dr. Luís Antônio Dantas Silva - orientador FF/UFG com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Ma. Bianca Bueno Fontanezi - FF/UFG e Ma. Luiza Toubas Chaul - FF/UFG. Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do(a) estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de 10,0 , tendo sido o TCC considerado aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Luís Antonio Dantas Silva, Professor do Magistério Superior**, em 23/01/2024, às 09:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luíza Toubas Chaul, Usuário Externo**, em 23/01/2024, às 14:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bianca Bueno Fontanezi, Usuário Externo**, em 24/01/2024, às 22:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4321841** e o código CRC **DC8634ED**.

## RESUMO

O presente trabalho explora a aplicação de probióticos em produtos cosméticos, identificando os obstáculos inerentes às formulações e explorando tecnologias promissoras. Existem desafios associados à formulação de probióticos em produtos cosméticos, tais como sensibilidade a estressores, incompatibilidade com componentes da fórmula e ausência nacional de regulamentação desses produtos. A revisão de literatura foi realizada utilizando diversas bases de dados eletrônicas, como PubMed, ScienceDirect e Google acadêmico. Os resultados indicam que os probióticos têm potencial para melhorar o aspecto da pele com variadas condições dermatológicas, promover a expressão de colágeno e combater o envelhecimento cutânea. Ademais, a análise indica um crescimento notável do mercado de produtos cosméticos probióticos.

**Palavras-chave:** Probióticos em cosméticos, tecnologia cosmética, microbiota e a saúde da pele, mercado global de probióticos, ativos cosméticos biotecnológicos.

## ABSTRACT

This study explores the application of probiotics in cosmetic products, identifying inherent challenges in formulations and exploring promising technologies. There are challenges associated with the formulation of probiotics in cosmetic products, such as sensitivity to stressors, incompatibility with formula components, and a lack of national regulation for these products. The literature review was conducted using some electronic databases, such as PubMed, ScienceDirect, and Google Scholar. The results indicate that probiotics have the potential to improve the appearance of acne-prone skin and promote an anti-aging effect. Furthermore, analysis indicates a remarkable growth in the market for probiotic cosmetic products.

**Keywords:** Probiotics in cosmetics, cosmetic technology, microbiota and skin health, global probiotics market, biotechnological cosmetic actives.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 METODOLOGIA.....</b>	<b>7</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>8</b>
3.1 Seleção dos artigos .....	8
3.2 Microbiota cutânea: aspectos gerais, causas dos desequilíbrios, manifestações e modulação com uso de probióticos .....	8
3.3 Probióticos em formulações .....	11
3.4 Desafios tecnológicos no desenvolvimento de produtos cosméticos contendo probióticos .....	17
3.5 Perspectivas de mercado.....	19
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>5 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A pele, o maior órgão do corpo humano, desempenha funções vitais, incluindo proteção, regulação térmica, imunológica e sensorial (Tavaria, 2017; Wysocki, 1999). A microbiota cutânea, composta por milhões de bactérias, fungos e vírus, é uma parte integrante da barreira da pele, atuando como uma importante linha de defesa para o corpo (Byrd *et al.*, 2018). No entanto, a microbiota cutânea é suscetível a desequilíbrios, conhecidos como disbioses, que podem comprometer a integridade e aparência da pele, afetando significativamente a qualidade de vida das pessoas (Yu *et al.*, 2020). Entre esses desequilíbrios, a acne, rosácea, dermatite atópica (DA), psoríase, caspa e dermatite seborreica são globalmente prevalentes, cada um com seus próprios aspectos epidemiológicos (Habeebuddin *et al.*, 2022; Yu *et al.*, 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), os distúrbios cutâneos impactam na saúde global, pois contribuem com 1,79% para carga global de doenças, medidas em DALYs (*—Disability Adjusted Life Years*” - Anos de vida perdidos ajustados por incapacidade), um indicador que avaliou 306 doenças e lesões em 2013, abrangendo 188 países (Karimkhani *et al.*, 2017). A acne, por exemplo, é uma condição comum entre adolescentes e jovens adultos, com taxas de prevalência que variam de 35% a mais de 90% (Heng e Chew, 2020). A rosácea tem sido relatada em países com populações de pessoas com pele de cor negra, com taxas de até 10% (Alexis *et al.*, 2019). Segundo o Estudo Internacional de Asma e Alergias na Infância (ISAAC) realizado em 1999, a prevalência média de DA no Brasil é de cerca de 6,3% (Pereira e Ferreira, 2023). A psoríase é mais comum em adultos e afeta cerca de 2% da população mundial (Parisi *et al.*, 2020; Ruiz; Azevedo; Santos, 2012). A caspa e a dermatite seborreica afetam todas as idades, com um pico durante a infância e outro no início da idade adulta, sendo mais prevalentes entre pacientes infetados pelo HIV e imunocomprometidos, variando de 30% a 83% (Adalsteinsson *et al.*, 2020).

Os tratamentos dermatológicos atuais podem ter um impacto significativo no microbiota da pele. Muitos desses tratamentos, incluindo os bactericidas e imunossupressores, podem ter efeitos não intencionais no microbiota (Aghamohammad e Rohani, 2022). Os antibióticos, por exemplo, são conhecidos por causar alterações temporárias na composição quali e quantitativa da microbiota (Aghamohammad e Rohani, 2022; Baral *et al.*, 2021; Mahmud *et al.*, 2022). A utilização contínua de antibióticos pode resultar na disseminação de resistência a esses medicamentos e na diminuição de bactérias que não são o alvo do tratamento. Isso pode, por sua vez, facilitar o crescimento de bactérias

ou fungos que são prejudiciais à saúde (Wan *et al.*, 2018). Portanto, o uso descontrolado dos antibióticos pode ter efeitos desconhecidos e de longo alcance no microbiota, potencialmente contribuindo para a recorrência de doenças (Aghamohammad e Rohani, 2022).

Dada a importância do microbiota na saúde da pele e as limitações dos tratamentos atuais, surge a necessidade de explorar novas abordagens. Nesse contexto, a indústria de cosméticos tem explorado a inovação ao integrar bioativos, como os probióticos, em seus produtos. Essa abordagem representa uma oportunidade promissora para melhorar os cuidados com a pele (Puebla-Barragan e Reid, 2021). Os probióticos são definidos como microrganismos vivos e “*Geralmente Reconhecidos como Seguros*” (GRAS), que quando administrados em quantidades adequadas, promovem benefícios ao hospedeiro (Grumet *et al.*, 2020; Habeebuddin *et al.*, 2022). Contudo, existem desafios inerentes à formulação de probióticos em produtos cosméticos. Os desafios tecnológicos ligados ao desenvolvimento e formulação de produtos contendo probióticos envolvem a identificação de cepas, incorporação dos bioativos, garantia da viabilidade e estabilidade desses microrganismos e o considerável custo associado à produção (Vargason e Anselmo, 2021).

Logo, esta revisão tem como objetivo explorar as aplicações dos probióticos em cosméticos, identificar os desafios inerentes às formulações de cosméticos contendo probióticos e explorar tecnologias promissoras para abordar essas questões. Além disso, busca-se entender as perspectivas do mercado de cosméticos em relação aos produtos probióticos. A ideia central é que, apesar dos desafios tecnológicos e de formulação, os probióticos têm o potencial de revolucionar a indústria de cosméticos, oferecendo soluções eficazes para o cuidado da pele.

## **2 METODOLOGIA**

A primeira fase envolveu a condução de uma pesquisa abrangente em diversas bases de dados eletrônicas, como PubMed, ScienceDirect e Google acadêmico. As palavras-chave utilizadas na pesquisa incluíram -Probióticos em cosméticos, -tecnologia cosmética, -microbiota e a saúde da pele, -mercado global de probióticos, -ativos cosméticos biotecnológicos. Os termos foram pesquisados em inglês utilizando o operador booleano -AND para fazer as combinações. A seleção dos artigos foi limitada às publicações dos últimos 7 (sete) anos. Esta escolha foi feita para garantir que a análise seja baseada nas informações mais atuais e relevantes disponíveis, refletindo o estado atual da pesquisa em probióticos. Além disso, os estudos mais recentes tendem a refletir as tendências atuais do

mercado, permitindo acompanhar as rápidas mudanças nas tendências da indústria de cosméticos, que podem ter um impacto significativo na aplicação de probióticos.

A seleção dos artigos foi conduzida após a triagem inicial, focando nos títulos dos trabalhos. O critério principal para a escolha foi a pertinência em relação ao tema "Probióticos em Cosméticos" e a relação do estudo com os cosméticos. Foram selecionados estudos que exploram a aplicação de probióticos em diversas condições de pele e no âmbito de higiene pessoal, destacando o potencial desses microrganismos para melhorar a saúde da pele e contribuir para práticas de cuidado pessoal. Além disso, também foram selecionados estudos que abordem as tecnologias para produção de formulações tópicas contendo probióticos, que avaliam a aplicação dos probióticos, as estratégias de incorporação e manutenção da viabilidade dos microrganismos, estabilidade da formulação e os desafios inerentes a esses processos.

Após a seleção inicial, os artigos foram escolhidos para uma leitura completa, com o objetivo de extrair informações importantes. A análise dos dados, realizada de forma qualitativa, se concentrou em identificar tendências, os métodos de incorporação, biotecnologias promissoras e os principais desafios relatados. Além disso, a análise buscou compreender as principais formulações e suas aplicações. A perspectiva de mercado para os probióticos em cosméticos também foi considerada, proporcionando uma visão abrangente do estado atual e futuro potencial dos probióticos na indústria cosméticos.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Seleção dos artigos**

Neste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema probióticos em cosméticos, utilizando as palavras-chave *probiotics in cosmetics*, *cosmetic technology*, *microbiota and skin health*, *global probiotics market* e *biotechnological cosmetic actives*. As palavras-chave foram pesquisadas nas bases de dados PubMed, ScienceDirect e Google acadêmico, aplicando o filtro metodológico para estudos publicados nos últimos 7 (sete) anos. A partir da busca inicial, foram obtidos 120, 718 e 788 registros, respectivamente, em cada base de dados. Em seguida, foi feita uma seleção dos artigos por meio da leitura dos títulos e da exclusão dos artigos duplicados. Dessa forma, foram pré-selecionados 99 artigos para uma análise mais detalhada. Após a leitura completa dos artigos, foram escolhidos 42 estudos que atendiam aos critérios de inclusão definidos para esta revisão.

### 3.2 Microbiota cutânea: aspectos gerais, causas dos desequilíbrios, manifestações e modulação com uso de probióticos

A pele humana, um ecossistema complexo, é o habitat de uma diversidade de microrganismos. Essa diversidade inclui bactérias, fungos e vírus, que juntos formam o que é conhecido como microbiota cutânea (Chilicka *et al.*, 2022; Daou *et al.*, 2020; Harris-Tryon e Grice, 2022; Huang *et al.*, 2020; Pessemier *et al.*, 2021; Smythe e Wilkinson, 2023; Souak *et al.*, 2021; Yu *et al.*, 2020). Sabe-se que a pele é o habitat de 18 filos de bactérias. É estimado que cada centímetro quadrado de pele possa conter entre  $10^4$  e  $10^6$  bactérias, abrangendo mais de 200 gêneros diferentes. Os mais predominantes são Actinobacteria, que compõem 51,8% da microbiota, Firmicutes com 24,4%, Proteobacteria com 16,5% e Bacteroidetes com 6,3% (Smythe e Wilkinson, 2023).

A microbiota da pele desempenha funções essenciais na manutenção da homeostase da pele (Hyseni e Dodov, 2023; Roux *et al.*, 2022; Smythe e Wilkinson, 2023). Fornece nutrientes através da síntese de vitaminas (Swaney *et al.*, 2022) e aminoácidos (Roux *et al.*, 2022), regula a inflamação (Smythe e Wilkinson, 2023), contribui para manutenção da barreira cutânea e imunidade, preparando o sistema imunológico para diferenciar entre comensais e patógenos (Byrd *et al.*, 2018; Majeed *et al.*, 2023; Smythe e Wilkinson, 2023). Quando ocorre a predominância de bactérias maléficas, que é um fenômeno conhecido como disbiose, isso pode levar ao surgimento de várias condições de pele. Entre as manifestações mais comuns de disbiose, encontramos condições como acne vulgar, DA, psoríase, rosácea e dermatite seborreica (Chilicka *et al.*, 2022; Habeebuddin *et al.*, 2022).

A acne, uma manifestação cutânea crônica prevalente entre os adolescentes, tem uma origem multifatorial e complexa (Byrd *et al.*, 2018). Essa condição é desencadeada pela hiperseborreia, um fenômeno induzido por hormônios, e pela colonização dos folículos pilosos pelo *Cutibacterium acnes*, microrganismo natural da pele (Hyseni e Dodov, 2023; Roux *et al.*, 2022; Sinha *et al.*, 2021). Além disso, a queratinização alterada, um processo que transforma as células da pele em queratina, pode resultar no bloqueio dos poros, criando assim um ambiente propício para a proliferação do *C. acnes* (Goodarzi *et al.*, 2020; Hyseni e Dodov, 2023). Os processos imunológicos e inflamatórios têm um papel importante na formação da acne. Quando há uma presença excessiva de *C. acnes*, pode ocorrer uma resposta imunológica que resulta em inflamação. Esta inflamação contribui ainda mais para o surgimento de lesões acneicas (Byrd *et al.*, 2018; Goodarzi *et al.*, 2020).

A DA, também conhecida como eczema, é uma condição inflamatória crônica e recorrente da pele que causa erupção cutânea com coceira e pele seca, afetando a qualidade de vida (Bylund *et al.*, 2020). Esta doença é mais prevalente em crianças, afetando principalmente as regiões de dobras. Em contraste, em adultos, a DA e o eczema crônico das mãos são mais comuns. A DA é frequentemente caracterizada pelo aumento de *Staphylococcus aureus*, um microrganismo que coloniza a pele e pela diminuição da diversidade microbiana geral (Byrd *et al.*, 2018, Pereira e Ferreira; 2023; Hrestak *et al.*, 2022; Vargason e Anselmo, 2021). Além disso, é comum que os pacientes com DA sejam sensibilizados para *Malassezia* spp., o fungo mais abundante na pele humana (Hrestak *et al.*, 2022).

Além dessas, a psoríase, uma doença autoimune que envolve a proliferação anormal de queratinócitos, e doenças do couro cabeludo, como a caspa e a dermatite seborreica, associadas à proliferação de *Malassezia* spp., são outras manifestações comuns de disbiose (Kapoor *et al.*, 2022; Pessemier *et al.*, 2021).

As causas das disbioses podem estar relacionadas ao estado imunológico do paciente, alterações do ambientais e hormonais, estresse e ansiedade (Pessemier *et al.*, 2021). A compreensão dos fatores responsáveis pelas disbioses é essencial para o desenvolvimento de estratégias direcionadas de modulação da microbiota cutânea, o que surge como uma abordagem potencial para a prevenção ou melhoria das condições de pele (Byrd *et al.*, 2018; Chilicka *et al.*, 2022; Goodarzi *et al.*, 2020; Habeebuddin *et al.*, 2022; Yu *et al.*, 2020). Em todas essas condições, os probióticos surgem como uma opção promissora para ajudar a equilibrar o microbiota cutâneo e fortalecer a barreira de defesa da pele (Habeebuddin *et al.*, 2022).

Segundo a OMS os probióticos são microrganismos vivos que quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios ao hospedeiro (Forssten *et al.*, 2020; Grumet *et al.*, 2020; Habeebuddin *et al.*, 2022). Estudos indicam que a ingestão oral desses microrganismos pode beneficiar a saúde cutânea, influenciando o eixo intestino-pele, já que a inflamação da pele pode estar ligada a disbioses intestinais (Gruber e Holtz, 2023; Knackstedt *et al.*, 2020; Sinha *et al.*, 2021).

A aplicação tópica de bactérias probióticas pode ajudar a melhorar a barreira natural da pele, tendo um efeito direto no local da aplicação (Chilicka *et al.*, 2022; Hyseni e Dodov, 2023; Vargason e Anselmo, 2021; Yu *et al.*, 2020). Essa descoberta impulsiona o interesse em formulações tópicas de probióticos como uma estratégia promissora para restaurar o equilíbrio da microbiota cutânea (Goodarzi *et al.*, 2020; Puebla-Barragan e Reid, 2021). Os probióticos têm sido vislumbrados como bioativos pela indústria de cosméticos, visando especialmente os produtos voltados para a saúde da pele. Apesar do potencial promissor, há uma lacuna

significativa na literatura, pois há pouca informação e estudos clínicos que tenham estudado a eficácia de produtos probióticos aplicados topicamente (Habeebuddin *et al.*, 2022).

O mecanismo de atuação dos probióticos ainda não está completamente esclarecido. A interação direta com células dendríticas, linfócitos B e T sugere ativação, resultando na liberação de citocinas e mediadores imunes. Essas substâncias, combinadas com lisados de bactérias modulam o estado imunológico (Mazziotta *et al.*, 2023). Na pele, os probióticos influenciam reações inflamatórias ligadas à sensibilidade neural, além de modular a produção de citocinas e fatores de crescimento. Esse controle é essencial para a proliferação e diferenciação de queratinócitos, fundamentais na reparação da barreira cutânea e na melhoria da função durante a formação da camada córnea (Hyseni e Dodov, 2023).

Adicionalmente, estudos indicam o papel significativo dos probióticos na restauração da expressão do colágeno na pele (Hong *et al.*, 2022; Negari *et al.*, 2021; Tagliari *et al.*, 2019; Tsai *et al.*, 2021). Segundo Negari *et al.* (2021), a fermentação do isononanoato de cetearila (CIN) pelo *Staphylococcus epidermidis* pode resultar na produção de ácido butírico (BA), um metabólito que tem mostrado induzir a biossíntese de colágeno e a ativação da quinase regulada por sinal extracelular fosforilada (p-ERK). Este processo ocorre através da interação do BA com seu receptor cognato, o receptor 2 de ácido graxo livre (FFaR2), que é altamente abundante e responsivo nos neutrófilos. A ativação do FFaR2 tem sido associada à promoção da produção de colágeno nas células fibroblásticas, sugerindo um mecanismo promissor para a restauração do colágeno na matriz extracelular dérmica (MEC). Essas descobertas abrem novas possibilidades para o uso de probióticos na biotecnologia e na indústria cosmética, particularmente no desenvolvimento de cuidados antienvhecimento e produtos para a pele (Puebla-Barragan e Reid, 2021).

### **3.3 Probióticos em formulações**

Uma pesquisa recente realizada por Jain *et al.* (2022) focou no probiótico *Micrococcus luteus* Q24, um comensal da pele humana, e sua aplicação em cosméticos. Este microrganismo foi cultivado e incorporado em formulações tópicas, as quais foram submetidas a testes de estabilidade. Em quatro ensaios clínicos randomizados envolvendo 47 participantes, foi avaliado a viabilidade dos microrganismos de *M. luteus* Q24. As formulações foram aplicadas na pele dos participantes para avaliar a colonização por *M. luteus* Q24. Adicionalmente, um questionário foi utilizado para avaliar a tolerabilidade das formulações em pacientes humanos saudáveis. No questionário foi pedido aos indivíduos que

documentassem se sentiram irritação, ardor, comichão ou eritema. A análise estatística dos dados foi realizada, lançando luz sobre a eficácia das formulações.

Este estudo demonstra que os probióticos, como o *M. luteus* Q24, podem ser efetivamente formulados para uso tópico, trazendo benefícios potenciais para a saúde da pele. Os participantes relataram melhorias na aparência da pele, incluindo aumento da radiância, saúde e hidratação. Além disso, foi observado que a formulação probiótica foi bem tolerada e eficaz na colonização da pele. Essas descobertas reforçam a viabilidade dos probióticos como uma alternativa promissora aos cuidados convencionais para a pele, ressaltando a necessidade de mais pesquisas nesta área emergente (Jain *et al.*, 2022).

Um outro estudo, realizado na Cidade do Cabo, África do Sul, envolveu um número específico de 36 participantes com DA. Esses participantes, que apresentavam lesões atuais de DA em uma área definida, foram orientados a manter seus hábitos cosméticos/de lavagem. Além disso, foram impedidos de usar outros tratamentos padrão para a DA e certos tratamentos médicos. O objetivo primário do estudo foi avaliar a aceitabilidade cutânea dos produtos. O desfecho secundário foi a melhora da aparência da pele avaliada pelo dermatologista do estudo. Os eventos adversos também foram monitorados ao longo do ensaio clínico (Butler *et al.*, 2020).

A DA é uma doença inflamatória da pele (Zhou *et al.*, 2021). Para avaliar a eficácia dos tratamentos para DA, são frequentemente utilizados o índice SCORAD (SCORing Atopic Dermatitis) e o SCORAD local. Esses índices consideram a extensão e a intensidade das lesões, bem como os sintomas subjacentes, como prurido e perda de sono (Butler *et al.*, 2020; Çiçek e Köle, 2023).

No estudo citado por Butler *et al.* (2020), uma pomada contendo *Lactobacillus reuteri* DSM 17938, um probiótico de origem humana amplamente estudado, foi aplicada em indivíduos com DA. Após 4 semanas de uso contínuo, houve uma redução média do índice SCORAD de -11,54 (28%) no grupo que utilizou o produto probiótico e de -11,71 (32%) no grupo que utilizou o produto controle. O produto controle consistiu na mesma pomada, porém sem a presença do probiótico. Após 8 semanas, a redução média do índice SCORAD foi de -19,06 (46%) no grupo que utilizou o produto probiótico e de -15,04 (39%) no grupo que utilizou o produto controle. Essas melhoras indicam uma tendência da pomada probiótica à redução do índice SCORAD em comparação com o grupo controle após 8 semanas. No entanto, embora o produto probiótico tenha mostrado uma tendência à redução do índice SCORAD em relação ao controle, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

Avançando para um estudo conduzido por Krupa *et al.* (2022), foi realizado um ensaio clínico controlado, randomizado, duplo-cego e paralelo, em conformidade com a Declaração de Helsinki da Associação Médica Mundial. O estudo ocorreu ao longo de 10 meses, de fevereiro a dezembro de 2017, entre crianças de escola residencial e cidadãos idosos com alto risco de cáries. Os participantes foram divididos em três grupos e receberam enxaguantes bucais contendo clorexidina, xilitol ou probióticos. A eficácia antimicrobiana dos enxaguantes bucais foi verificada pela avaliação dos níveis de *Streptococcus mutans* na placa. Após 14 dias de uso dos enxaguantes bucais, os mesmos procedimentos foram repetidos e as comparações foram feitas com os valores iniciais.

Os resultados indicaram uma maior eficácia potencial do enxaguante bucal probiótico em comparação com o xilitol entre as crianças. Além disso, a eficácia antimicrobiana do enxaguante bucal probiótico foi comparável à da clorexidina, o padrão ouro, tanto em crianças quanto em idosos (Krupa *et al.*, 2022).

Um outro estudo empregou uma combinação de técnicas de cultura de tecidos e ensaios bioquímicos para investigar o impacto dos probióticos na saúde da pele. Os tecidos foram preparados e tratados com um pó que se transforma em creme quando misturado com água, contendo o probiótico *Lactobacillus plantarum* Lp90 em um estado inativo, mas viável, pronto para ser ativado e funcionar sob condições favoráveis, como a presença de umidade. Após o tratamento, foram realizados ensaios para avaliar a expressão de várias proteínas e compostos bioativos na pele. Além disso, a viabilidade celular após o tratamento foi avaliada através de um ensaio MTT. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente para determinar a significância dos resultados (Gruber e Holtz, 2023).

O estudo de Gruber e Holtz (2023) demonstrou que a aplicação tópica de probióticos, especificamente o *L. plantarum* Lp90, não influenciou significativamente a expressão de colágeno tipo 1A, filagrina e ácido hialurônico na pele. Houve um aumento significativo na expressão de elastina nos tecidos tratados com cremes contendo probióticos, sugerindo um impacto positivo na saúde e aparência da pele. O estudo também destacou a necessidade de mais pesquisas para entender melhor a interação dos probióticos com a microbiota da pele e a pele em si, além de ressaltar os desafios associados à entrega tópica de probióticos vivos, indicando a necessidade de desenvolver métodos eficazes para essa finalidade.

O uso de probióticos em formulações de protetores solares também é explorado, a levedura é um componente notável. Referida como um -probiótico comum, a levedura foi incorporada no protetor solar de hidrogel. A proteína presente na levedura tem a capacidade de absorver a radiação UV, o que ajuda a minimizar os danos causados à pele pela exposição

ao sol. No entanto, é importante ressaltar que nem todas as leveduras são probióticas. O estudo utiliza levedura na formulação do protetor solar, mas não especifica qual tipo de levedura foi usada. Apesar de podermos inferir que o protetor solar contém um probiótico na forma de levedura, precisaríamos de mais informações para confirmar se a levedura específica utilizada possui propriedades probióticas. A utilização de leveduras como probióticos em formulações de protetores solares é um exemplo de como os probióticos podem ser aplicados para restaurar e manter a saúde da microbiota cutânea (Lu *et al.*, 2021).

A Tabela 1 reúne uma visão mais detalhada dos estudos publicados sobre a aplicação de probióticos em produtos para cuidados com a pele e higiene pessoal.

**Tabela 1** - Estudos publicados sobre formulações contendo probióticos em produtos para cuidados com a pele e higiene pessoal

Autor	Título do artigo	Formulação estudada
Kaur e Rath (2019)	Formulação e avaliação de formulação tópica simbiótica protetora UV para cuidados com a pele	Creme tópico para cuidados com a pele, enriquecido com probióticos ( <i>Lactobacillus acidophilus</i> e <i>Lactobacillus rhamnosus</i> ) e nanopartículas de selênio
Jain <i>et al.</i> (2022)	Avaliação da segurança preliminar, tolerabilidade e eficácia da colonização de formulações probióticas tópicas contendo <i>M. luteus</i> Q24 em adultos humanos saudáveis	Suspensão de <i>M. luteus</i> Q24 em creme aquoso livre de SLS e soro oleoso com sílica, polissorbato 80 e óleo MCT
Butler <i>et al.</i> (2020)	<i>L. reuteri</i> DSM 17938 como um novo ingrediente cosmético tópico: um estudo clínico de prova de conceito em adultos com dermatite atópica	Pomada contendo manteiga de karité, óleo de canola, óleo de canola hidrogenado e <i>L. reuteri</i> DSM 17938
Krupa <i>et al.</i> (2022)	Eficácia antimicrobiana de enxaguatórios bucais com xilitol, probióticos e clorexidina entre crianças e população idosa com alto risco de cárie dentária – Ensaio clínico randomizado	Enxaguante preparado usando um probiótico Sporolac Plus, que contém várias cepas probióticas ( <i>L. acidophilus</i> -R 0052, <i>L. rhamnosus</i> -R 0011, <i>Bifidobacterium longum</i> -R 00175, <i>Bacillus coagulans</i> -SNZ 1969, e <i>Saccharomyces boulardii</i> )
Lu <i>et al.</i> (2021)	Protetor solar de hidrogel à base de levedura/gelatina demonstra excelente desempenho de proteção UV e proteção da pele	Protetor solar de hidrogel que incorpora levedura, probiótico comum
Gruber e Holtz. (2023)	Vivo, inativo <i>L. plantarum</i> Probiótico Lp90, administrado topicamente em tecidos ( <i>in vitro</i> ) por meio de um sistema de aplicação de creme com apenas adição de água, estimula a expressão de elastina	Pó que se transforma em creme com a adição de água, contendo o probiótico <i>L. plantarum</i> Lp90. O probiótico estava em um estado inativo, pronto para ser ativado e funcionar sob condições favoráveis

Fontes: Kaur e Rath (2019), Jain *et al.* (2022), Butler *et al.* (2020), Krupa *et al.* (2022), Lu *et al.* (2021) e Gruber e Holtz. (2023).

Em um estudo realizado por Kaur e Rath (2019) foi demonstrado que, quando adequadamente formulados, os probióticos podem restaurar a propriedade intrínseca do selênio, conhecida por sua capacidade antioxidante, e da biomassa probiótica, que é capaz de interagir com as células da pele e potencialmente melhorar a saúde cutânea, resultando em benefícios como aumento da radiância e hidratação da pele. Além disso, Gruber e Holtz (2023) sugerem que a influência do *L. plantarum* Lp90 na pele é provavelmente devido à comunicação química entre os microrganismos vivos e as células da pele, indicando que os probióticos podem interagir positivamente com a pele, mesmo em um ambiente *in vitro*. No entanto, é importante notar que esses estudos têm limitações quando se trata de sua aplicabilidade em humanos, logo que modelos *in vivo* e *in vitro* podem não predizer completamente a complexidade dos sistemas biológicos humanos.

Além disso, muitos estudos na área têm demonstrado limitações devido ao tamanho pequeno da amostra. Por exemplo, o estudo de Butler *et al.* (2020) sobre a eficácia de um produto probiótico no tratamento da DA e o estudo de Krupa *et al.* (2022) na área de higiene pessoal, ambos apresentaram um tamanho limitado de amostra que pode afetar a generalização dos resultados. Por fim, a ausência de um grupo placebo no estudo de Jain *et al.* (2022) pode comprometer a evidência direta da relação benéfica com o probiótico *M. luteus* Q24.

A Tabela 2 aprofunda em cada um desses estudos, fornecendo detalhes adicionais sobre o desenho do estudo, a amostra ou população estudada e os benefícios observados da formulação probiótica. Esta tabela permite uma compreensão ampla dos métodos e resultados de cada estudo.

**Tabela 2** - Resumo dos estudos publicados sobre a formulações de probióticos em cuidados com a pele e higiene pessoal

(Continua)

<b>Autor</b>	<b>Desenho do estudo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Benefícios</b>
Kaur & Rath (2019)	<i>In Vivo</i> (4 grupos: nanopartículas de selênio, probióticos, controle e formulação simbiótica para cuidados com a pele)	Ratos Wistar machos (200-250g)	Proteção contra a radiação UV, FPS 29,77, antioxidante, <i>in vivo</i> não irrita pele, boa reologia, espalhabilidade e estabilidade

**Tabela 2-** Resumo dos estudos publicados sobre a formulações de probióticos em cuidados com a pele e higiene pessoal

(Conclusão)			
<b>Autor</b>	<b>Desenho do estudo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Benefícios</b>
Jain <i>et al.</i> (2022)	Ensaio clínico	47 indivíduos adultos e saudáveis.	Pele mais radiante, saudável e hidratada. Redução de poros, clareza e suavidade. Probiótico eficaz na colonização da pele
Butler <i>et al.</i> (2020)	Ensaio clínico Randomizados (produto probiótico vs. controle, aplicação duas vezes ao dia por 8 semanas em áreas afetadas do corpo)	Estudo com 36 adultos, Dermatite Atópica	Tolerância boa, redução significativa de sintomas de DA. Tendências na diminuição do ressecamento
Krupa <i>et al.</i> (2022)	Ensaio clínico controlado randomizado (Três grupos (A, B, C) com enxaguantes diferentes: Clorexidina, Xilitol, Probiótico; 10 participantes em cada grupo)	Estudo com 30 crianças (5-12 anos) em escolas residenciais e 30 idosos (acima de 60 anos) em um asilo, alto risco de cáries.	Potencialmente mais eficaz do que o xilitol entre as crianças. Eficácia antimicrobiana comparável à da clorexidina, redução significativa na carga microbiana na placa.
Lu <i>et al.</i> (2021)	<i>In vitro</i> (placas de 96 poços incubadas a 37°C com 5% de CO2 durante 24 horas)/ <i>In vivo</i> ( irradiadas por 30 minutos por dia por uma fonte UVB durante 3 dias)	Células L929, uma linha celular de fibroblastos de camundongo - ( <i>in vitro</i> )/ camundongos da espécie BALB/c	Capacidade de bloquear a radiação UV, propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias
Gruber <i>et al.</i> (2023)	<i>In vitro</i>	Tecidos de espessura total Epiderm® em modelos tridimensionais de pele humana, compostos por queratinócitos em matriz de colágeno contendo fibroblastos.	Estimulou a expressão da proteína elastina nos tecidos

Fontes: Kaur e Rath (2019), Jain *et al.* (2022), Butler *et al.* (2020), Krupa *et al.* (2022), Lu *et al.* (2021) e Gruber e Holtz. (2023).

### 3.4 Desafios tecnológicos no desenvolvimento de produtos cosméticos contendo probióticos

O -Triângulo Probiótico do Sucessoll é um conceito derivado de estudos na área de microbiologia e biotecnologia, focado no desenvolvimento e aplicação de probióticos. Ele abrange três etapas principais: a escolha e produção da cepa, a realização de ensaios pré-clínicos e clínicos, e o desenvolvimento da formulação (Forssten *et al.*, 2020). Cada etapa é fundamental para garantir a eficácia e a segurança do probiótico. O desenvolvimento do produto lida com o desafio de manter a viabilidade do probiótico. A viabilidade do probiótico é importante para garantir sua eficácia, já que os probióticos devem estar vivos, de chegarem em quantidades suficientes, de se estabelecerem e multiplicarem no local alvo, para exercer seus benefícios à saúde (Liu *et al.*, 2023).

A seleção de uma cepa probiótica deve ser realizada com cautela, levando em consideração os benefícios desejados para o hospedeiro. É fundamental que a cepa escolhida não cause efeitos tóxicos ou alergênicos e não apresente patogenicidade. Além disso, as propriedades bactericidas e seguras dos probióticos devem ser consideradas (Leghari *et al.*, 2021). Uma vez selecionados, os probióticos devem ter a capacidade de se adaptar e sobreviver às condições adversas encontradas durante o processamento e o armazenamento do produto (Parker *et al.*, 2018).

Ao examinar as aplicações de probióticos em produtos cosméticos, observamos diferentes formatos disponíveis, incluindo cremes, sérums, géis, loções e sprays (Puebla-Barragan e Reid, 2021). Os probióticos, sendo microrganismos vivos, são sensíveis a uma variedade de estressores ambientais (Baral *et al.*, 2021). Durante o processamento e armazenamento, a estabilidade dos probióticos pode ser comprometida devido ao estresse gerado por variações de temperatura, umidade, nível de oxigênio, alterações de pH, choque osmótico e força mecânica (Baral *et al.*, 2021).

Além dos estressores ambientais, há o desafio da incompatibilidade dos bioativos com os ingredientes da formulação, já que os produtos cosméticos, em sua maioria, contêm água em sua composição. Embora essencial em muitos casos, a água pode favorecer o crescimento de microrganismos indesejados. Para combater isso, é comum a adição de um sistema conservante. No entanto, este conservante, apesar de eficaz na inibição do crescimento de microrganismos indesejados, pode ser incompatível com os probióticos e, assim, afetar a viabilidade desses bioativos. Isso ocorre porque os conservantes não distinguem entre microrganismos benéficos e prejudiciais, podendo inibir a atividade dos probióticos (Gruber e

Holtz, 2023). Portanto, é fundamental garantir a proteção e estabilização dos probióticos para manter sua viabilidade e eficácia (de Jesus *et al.*, 2023; Karimi *et al.*, 2023; Kieps e Dembczyński, 2022).

Para aumentar a viabilidade dos probióticos, a imobilização bacteriana é necessária, o que envolve o encapsulamento ou aprisionamento de bactérias em um material, auxiliando na sobrevivência dos probióticos durante o processamento da formulação e seu armazenamento, protegendo-os de condições adversas (Karimi *et al.*, 2023). Uma estratégia eficaz para superar esses desafios é a microencapsulação, um processo que protege os probióticos dentro de microcápsulas, criando uma barreira contra condições adversas, melhorando assim a estabilidade e a sobrevivência dos probióticos (Yao *et al.*, 2020). A eficácia da microencapsulação depende do tipo de probióticos, dos materiais usados para o revestimento, que podem ser polímeros naturais ou sintéticos, e do método de microencapsulação (Baral *et al.*, 2021).

Um estudo recente de Łętocha *et al.* (2022) apresenta as micropartículas de alginato, um polímero natural, como uma alternativa inovadora na indústria de cosméticos. As mesmas são usadas para encapsular e proteger substâncias ativas, como os probióticos. O alginato forma uma matriz altamente versátil, biocompatível, biodegradável e não tóxica, protegendo efetivamente os componentes ativos contra fatores externos, como calor e umidade, melhorando assim a estabilidade e a viabilidade. Um método eficiente para a produção dessas micropartículas de alginato é o método de extrusão, uma técnica que não danifica as células bacterianas, pois não necessita de altas temperaturas e ainda proporciona alta viabilidade probiótica.

Apesar de suas vantagens, as micropartículas de alginato ainda não são amplamente utilizadas na indústria de cosméticos. No entanto, elas demonstram ser uma alternativa com grande potencial, não apenas por sua capacidade de melhorar a estabilidade e proteger os compostos encapsulados contra condições externas, mas também por terem efeito adicional de hidratação e proteção na pele (Łętocha *et al.*, 2022).

Propõe-se também outra alternativa inovadora para superar os desafios que comprometem a viabilidade dos probióticos durante o armazenamento: o uso de probióticos quiescentes vivos. Esses probióticos preparados por técnica de liofilização são armazenados como um pó seco para contornar problemas associados à presença de água. Este pó pode ser facilmente convertido em uma emulsão com a simples adição de água, sendo misturado imediatamente antes da aplicação (Gruber e Holtz, 2023).

Como foi mencionado anteriormente, viabilidade dos probióticos em cosméticos é um desafio significativo devido às condições adversas durante o processamento e armazenamento. Alternativas promissoras incluem o uso de micropartículas de alginato e probióticos em pó para reconstituição imediata antes do uso (Gruber e Holtz, 2023; Łętocha *et al.*, 2022). No entanto, a produção de micropartículas adiciona uma etapa extra ao processo de produção, o que pode aumentar os custos (Łętocha *et al.*, 2022). Além disso, os produtos para reconstituição imediata podem limitar a disseminação dos cosméticos. Isso ocorre porque o uso desses produtos se torna mais complexo para o consumidor, devido ao risco de erros de dosagem e à qualidade da água utilizada na reconstituição.

Portanto, os fabricantes de produtos devem considerar esses fatores ao desenvolver cosméticos com probióticos. É essencial equilibrar a eficácia do produto, a facilidade de uso para o consumidor e os custos de produção. A inovação contínua e a pesquisa são fundamentais para superar esses desafios e aproveitar o potencial dos probióticos na indústria cosmética.

### 3.5 Perspectivas de mercado

A indústria cosmética e dermatológica tem visto um aumento no uso de probióticos tópicos (Korpasch *et al.*, 2022). A classificação regulatória desses produtos, que se enquadra entre cosméticos, dispositivos médicos e produtos farmacêuticos, atualmente, é ambígua, mas espera-se que evolua para se alinhar com os padrões rigorosos estabelecidos para probióticos intestinais (Rozas *et al.*, 2021).

A demanda do mercado por esclarecimentos sobre a segurança e funcionalidade dos probióticos tópicos está crescendo, sugerindo um futuro promissor para este campo (Rozas *et al.*, 2021). De acordo com uma análise de mercado do Mordor Intelligence (—Mercado de produtos cosméticos probióticos - Previsão, Tamanho e Compartilhamento, 2022), espera-se que o mercado de produtos cosméticos probióticos cresça de USD 15.53 bilhões em 2023 para USD 20.50 bilhões em 2028.

No entanto, a regulação desses produtos ainda é um desafio, variando entre países como os Estados Unidos da América (EUA) e a União Europeia (EU). Nos EUA, a *Food and Drug Administration* (FDA), agência federal do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos, categoriza probióticos, mas a falta de regulamentação específica para produtos tópicos destaca a necessidade de melhorias. Na UE, embora ainda não existam diretrizes claras para substâncias ativas relacionadas ao microbiota cutâneo, há uma necessidade de regulamentação e espera-se que resultados científicos influenciem futuras regulamentações (Hyseni e Dodov, 2023).

O mercado brasileiro de produtos cosméticos probióticos está alinhado com a

tendência global de crescimento. A emergência do uso de probióticos tópicos na indústria cosmética e dermatológica sinaliza uma evolução promissora. No entanto, a regulação de produtos cosméticos contendo probióticos ainda é um desafio. A colaboração internacional busca estabelecer diretrizes e padrões globais, sublinhando a importância da cooperação global para orientar o setor cosmético. Essa transformação notável na indústria é impulsionada pelo interesse crescente dos consumidores em soluções mais tecnologicamente avançadas, sugerindo uma demanda em ascensão por abordagens inovadoras e sustentáveis no cuidado com a pele (de Freitas *et al.*, 2022).

#### **4 CONCLUSÃO**

Com base na análise dos estudos apresentados, fica claro que os probióticos têm um potencial significativo para transformar a indústria de cosméticos. A aplicação de probióticos em produtos para cuidados com a pele e higiene pessoal é um campo de pesquisa emergente, com estudos demonstrando a eficácia dos probióticos na restauração da microbiota cutânea, na expressão do colágeno na pele e na proteção contra a radiação UV.

No entanto, existem desafios associados à formulação de probióticos em produtos cosméticos, principalmente relacionados ao processamento e armazenamento desses produtos. A viabilidade dos probióticos é importante para garantir sua eficácia, e estratégias como a microencapsulação podem ser eficazes para superar esses desafios.

A análise do mercado de produtos cosméticos probióticos indica um crescimento notável, sugerindo uma demanda crescente por abordagens inovadoras e sustentáveis no cuidado com a pele. No entanto, a regulação desses produtos ainda é um desafio, com a necessidade de diretrizes claras e padrões globais.

Em conclusão, os probióticos representam uma oportunidade promissora para melhorar os cuidados com a pele. Apesar dos desafios tecnológicos e de formulação, os avanços na pesquisa e desenvolvimento, juntamente com a crescente demanda do mercado, sugerem um futuro promissor para os probióticos na indústria de cosméticos. No entanto, mais pesquisas são necessárias para entender melhor a interação dos probióticos com a microbiota da pele e para desenvolver métodos eficazes de entrega de probióticos. A

colaboração internacional e a regulamentação clara serão fundamentais para orientar o setor cosmético e garantir a segurança e eficácia dos produtos probióticos.

## 5 REFERÊNCIAS

ADALSTEINSSON, Jonas A.; KAUSHIK, Shivani; MUZUMDAR, Sonal; *et al.* An update on the microbiology, immunology and genetics of seborrheic dermatitis. **Experimental Dermatology**, v. 29, n. 5, p. 481–489, 2020.

AGHAMOHAMMAD, Shadi; ROHANI, Mahdi. Antibiotic resistance and the alternatives to conventional antibiotics: the role of probiotics and microbiota in combating antimicrobial resistance. **Microbiological Research**, v. 29, n. 5, p. 127275, 2022.

ALEXIS, Andrew; CALLENDER, Valerie; BALDWIN, Hilary; *et al.* Global epidemiology and clinical spectrum of rosacea, highlighting skin of color: Review and clinical practice experience. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 80, n. 6, p. 1722–1729, 2019.

BARAL, Kshitis Chandra; BAJRACHARYA, Rajiv; LEE, Sang Hoon; *et al.* Advancements in the Pharmaceutical Applications of Probiotics: Dosage Forms and Formulation Technology. **International Journal of Nanomedicine**, v. 6, p. 7535–7556, 2021.

BUTLER, Éile; LUNDQVIST, Christoffer; AXELSSON, Jakob. *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 as a Novel Topical Cosmetic Ingredient: A Proof-of-Concept Clinical Study in Adults with Atopic Dermatitis. **Microorganisms**, v. 8, n. 7, p. 1026, 2020.

BYLUND, S; KOBYLETZKI, L; SVALSTEDT, M; *et al.* Prevalence and Incidence of Atopic Dermatitis: A Systematic Review. **Acta Dermato Venereologica**, v. 100, n. 12, p. 0160, 2020.

BYRD, Allyson L.; BELKAID, Yasmine; SEGRE, Julia A. The human skin microbiome. **Nature Reviews Microbiology**, v. 16, n. 3, p. 143–155, 2018.

CHILICKA, Karolina; DZIĘNDZIORA-URBIŃSKA, Iwona; SZYGUŁA, Renata; *et al.* Microbiome and Probiotics in Acne Vulgaris—A Narrative Review. **Life**, v. 12, n. 3, p. 422, 2022.

DAOU, Hala; PARADISO, Michela; HENNESSY, Kerry; *et al.* Rosacea and the Microbiome: A Systematic Review. **Dermatology and Therapy**, v. 11, n. 1, p. 1–12, 2020.

DE ALMEIDA, Carolina Vieira; ANTIGA, Emiliano; LULLI, Matteo. Oral and Topical Probiotics and Postbiotics in Skincare and Dermatological Therapy: A Concise Review. **Microorganisms**, v. 11, n. 6, p. 1420, 2023.

DE FREITAS, Lucas de Barros Rodrigues *et al.* Aplicação Tecnológica de Probióticos em Composições de Produtos Dermatofuncionais: Uma Revisão, **Revista Inovação Tecnológica**, v. 12, n. 2, 2023.

DE JESUS, Gabriel Fernandes Alves *et al*, Clinical evaluation of paraprobiotic- associated *Bifidobacterium lactis* CCT 7858 anti- dandruff shampoo efficacy: A randomized placebo-controlled clinical trial, **International Journal of Cosmetic Science**, v. 45, n. 5, p. 572–580, 2023.

PESSEMIER, Britta; GRINE, Lynda; DEBAERE, Melanie; *et al*. Gut–Skin Axis: Current Knowledge of the Interrelationship between Microbial Dysbiosis and Skin Conditions. **Microorganisms**, v. 9, n. 2, 2021.

FATİH ÇİÇEK; MEHMET TOLGA KÖLE. Evaluation of the Impact of Serum Vitamin D Levels on the Scoring Atopic Dermatitis Index in Pediatric Atopic Dermatitis. **Children (Basel)**, v. 10, n. 9, p. 1522–1522, 2023.

FORSSTEN, Sofia D; LAITILA, Arja; MAUKONEN, Johanna; *et al*. Probiotic triangle of success; strain production, clinical studies, and product development. **FEMS Microbiology Letters**, v. 367, n. 19, 2020.

GOODARZI, Azadeh; MOZAFARPOOR, Samaneh; BODAGHABADI, Mohammad; *et al*. The potential of probiotics for treating acne vulgaris: A review of literature on acne and microbiota. **Dermatologic Therapy**, v. 33, n. 3, 2020.

GRUBER, James V; HOLTZ, Robert. Living, quiescent *Lactobacillus plantarum* Lp90 probiotic, delivered topically to full thickness tissues *in vitro* via a just- add- water cream delivery system, stimulates the expression of elastin protein. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 22, n. 10, p. 2852–2860, 2023.

GRUMET, Lukas; TROMP, Yorick; STIEGELBAUER, Verena. The Development of High-Quality Multispecies Probiotic Formulations: From Bench to Market. **Nutrients**, v. 12, n. 8, p. 2453, 2020.

HABEEBUDDIN, Mohammed; KARNATI, Ranjith Kumar; SHIROORKAR, Predeepkumar Narayan Appa; *et al*. Topical Probiotics: More Than a Skin Deep. **Pharmaceutics**, v. 14, n. 3, p. 557, 2022.

HARRIS-TRYON, Tamia A.; GRICE, Elizabeth A. Microbiota and maintenance of skin barrier function. **Science**, v. 376, n. 6596, p. 940–945, 2022.

HENG, Anna; CHEW, Fook. Systematic review of the epidemiology of acne vulgaris. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 256 -261 2020.

HONG, Yoo Kyung; AN, Sungkwan; LEE, Yun Hee; *et al*. Potential anti-aging effects of probiotic-derived conditioned media on human skin cells. **Acta Pharmaceutica**, v. 72, n. 3, p. 359–374, 2022.

HRESTAK, D. *et al*. Skin Microbiota in Atopic Dermatitis. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 7, p. 3503, 2022.

HUANG, Shi; HAIMINEN, Niina; CARRIERI, Anna-Paola; *et al*. Human Skin, Oral, and Gut Microbiomes Predict Chronological Age. **mSystems**, v. 5, n. 1, 2020.

HYSENI, Edita ; DODOV, Marija. Probiotics in dermatological and cosmetic products – application and efficiency. **Macedonian Pharmaceutical Bulletin**, v. 68, n. 1, p. 9–26, 2023.

JAIN, Rohit; VOSS, Abigail L.; TAGG, John R.; *et al.* Evaluation of the Preliminary Safety, Tolerability and Colonisation Efficacy of Topical Probiotic Formulations Containing *Micrococcus luteus* Q24 in Healthy Human Adults. **Cosmetics**, v. 9, n. 6, p. 121, 2022.

KAPOOR, Bhupinder; GULATI, Monica; RANI, Pooja; *et al.* Psoriasis: Interplay between dysbiosis and host immune system. **Autoimmunity Reviews**, v. 21, n. 11, p. 103169, 2022.

KARIMI, Fatemeh; AZADI, Amir; NAVID OMIDIFAR; *et al.* Pharmacotechnical aspects of a stable probiotic formulation toward multidrug-resistance antibacterial activity: design and quality control. **BMC Complementary Medicine and Therapies**, v. 23, n. 1, 2023.

KARIMKHANI, Chante; DELLAVALLE, Robert P.; COFFENG, Luc E.; *et al.* Global Skin Disease Morbidity and Mortality. **JAMA Dermatology**, v. 153, n. 5, p. 406, 2017.

KAUR, Kirandeep; RATH, Goutam. Formulation and evaluation of UV protective synbiotic skin care topical formulation. **Journal of Cosmetic and Laser Therapy**, v. 21, n. 6, p. 332–342, 2019.

KIEPŚ, Jakub; DEMBCZYŃSKI, Radosław. Current Trends in the Production of Probiotic Formulations. **Foods**, v. 11, n. 15, p. 2330, 2022.

KNACKSTEDT, Rebecca; KNACKSTEDT, Thomas; GATHERWRIGHT, James. The role of topical probiotics in skin conditions: A systematic review of animal and human studies and implications for future therapies. **Experimental Dermatology**, v. 29, n. 1, p. 15–21, 2019.

KORPASCH, Kerstin; HILACHUK, Daniele; PAULA, Daniel de. Uso Cosmético de Probióticos: um estudo prospectivo. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 3, p. 896–911, 2022.

KRUPA, N. C.; THIPPESWAMY, H. M.; CHANDRASHEKAR, B. R., Antimicrobial efficacy of Xylitol, Probiotic and Chlorhexidine mouth rinses among children and elderly population at high risk for dental caries - A Randomized Controlled Trial, **Journal of Preventive Medicine and Hygiene**, v. 63, n. 2, p. E282–E287, 2022.

LEGHARI, Ali; SHAHID, Sana; FARID, Muhammad; *et al.* Beneficial aspects of probiotics, strain selection criteria and microencapsulation using natural biopolymers to enhance gastric survival: A review. **Life Science Journal**, v. 18, p. 30–47, 2021.

ŁĘTOCHA, Anna; MIASTKOWSKA, Małgorzata; SIKORA, Elżbieta, Preparation and Characteristics of Alginate Microparticles for Food, Pharmaceutical and Cosmetic Applications, **Polymers**, v. 14, n. 18, p. 3834, 2022.

LIU, Bu; HU, Jielun; YAO, Hailei; *et al.* Improved viability of probiotics encapsulated by layer-by-layer assembly using zein nanoparticles and pectin. **Food Hydrocolloids**, v. 143, p. 108899–108899, 2023.

LU, Y. et al. Hydrogel sunscreen based on yeast /gelatin demonstrates excellent UV-shielding and skin protection performance. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 205, p. 111885, 021.

MAHMUD, Md. Rayhan; AKTER, Sharmin; TAMANNA, Sanjida Khanam; *et al.* Impact of gut microbiome on skin health: gut-skin axis observed through the lenses of therapeutics and skin diseases. **Gut Microbes**, v. 14, n. 1, 2022.

MAZZIOTTA, Chiara; TOGNON, Mauro; MARTINI, Fernanda; *et al.* Probiotics Mechanism of Action on Immune Cells and Beneficial Effects on Human Health. **Cells**, v. 12, n. 1, p. 184, 2023.

**Mercado de produtos cosméticos probióticos - Previsão, Tamanho e Compartilhamento.** [www.mordorintelligence.com](http://www.mordorintelligence.com). Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/probiotic-cosmetic-products-market>>. Acesso em: 4 jan. 2024.

NEGARI, Indira Putri; KESHARI, Sunita; HUANG, Chun-Ming. Probiotic Activity of *Staphylococcus epidermidis* Induces Collagen Type I Production through FFaR2/p-ERK Signaling. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 3, p. 1414, 2021.

PARISI, R. et al. National, regional, and worldwide epidemiology of psoriasis: systematic analysis and modeling study. **BMJ**, v. 369, p. m1590, 2020.

PARKER, Elizabeth A.; ROY, Tina; D'ADAMO, Christopher R.; *et al.* Probiotics and gastrointestinal conditions: An overview of evidence from the Cochrane Collaboration. **Nutrition**, v. 45, p. 125-134, e11, 2018.

PEREIRA, C.; FERREIRA, F. Epidemiological Profile and Associated Allergic Conditions of Atopic Dermatitis: Data from a Referral Service in Southeastern Brazil. **Dermatological Health**, v. 1, n. 1, p. 8–13, 7 2023.

PUEBLA-BARRAGAN, Scarlett; REID, Gregor. Probiotics in Cosmetic and Personal Care Products: Trends and Challenges. **Molecules**, v. 26, n. 5, p. 1249, 2021.

ROUX, Pierre-François; ODDOS, Thierry; STAMATAS, Georgios. Deciphering the Role of Skin Surface Microbiome in Skin Health: An Integrative Multiomics Approach Reveals Three Distinct Metabolite–Microbe Clusters. **The Journal of Investigative Dermatology**, v. 142, n. 2, p. 469-479.e5, 2022.

ROZAS, Miquel *et al.* From Dysbiosis to Healthy Skin: Major Contributions of *Cutibacterium acnes* to Skin Homeostasis, **Microorganisms**, v. 9, n. 3, p. 628, 2021.

RUIZ, D.; AZEVEDO, M.; SANTOS, O. Artrite psoriásica: entidade clínica distinta da psoríase? **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 52, n. 4, p. 623–638, 2012.

SINHA, Shivani; LIN, Gloria; FERENCZI, Katalin. The skin microbiome and the gut-skin axis. **Clinics in Dermatology**, v. 39, n. 5, 2021.

SMYTHE, Paisleigh; WILKINSON, Holly N. The Skin Microbiome: Current Landscape and Future Opportunities. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 4, p. 3950–3950, 2023.

SOUAK, Djouhar; BARREAU, Magalie; COURTOIS, Aurélie; *et al.* Challenging Cosmetic Innovation: The Skin Microbiota and Probiotics Protect the Skin from UV-Induced Damage. **Microorganisms**, v. 9, n. 5, p. 936, 2021.

SWANEY, Mary Hannah; SANDSTROM, Shelby; KALAN, Lindsay R. Cobamide Sharing Is Predicted in the Human Skin Microbiome. **mSystems**, v. 7, n. 5, p. e0067722, 2022.

TAGLIARI, Eliane; CAMPOS, Leticia Fuganti; CAMPOS, Antonio Carlos; *et al.* Efect of probiotic oral administration on skin wound healing in rats **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, v. 32, n. 3, 2019.

TAVARIA, Freni Kekhasharú. Topical use of probiotics: The natural balance. **Porto Biomedical Journal**, v. 2, n. 3, p. 69–70, 2017.

TSAI, Wan-Hua; CHOU, Chia-Hsuan; CHIANG, Ying-Ju; *et al.* Regulatory effects of *Lactobacillus plantarum*-GMNL6 on human skin health by improving skin microbiome. **International Journal of Medical Sciences**, v. 18, n. 5, p. 1114–1120, 2021.

VARGASON, Ava M.; ANSELMO, Aaron C. Live Biotherapeutic Products and Probiotics for the Skin. **Advanced NanoBiomed Research**, v. 1, n. 12, p. 2100118, 2021.

WAN, Murphy Lam Yim; FORSYTHE, Stephen J.; EL-NEZAMI, Hani. Probiotics interaction with foodborne pathogens: a potential alternative to antibiotics and future challenges. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 20, p. 3320–3333, 2018.

WYSOCKI, Annette B. Skin anatomy, physiology, and pathophysiology. **Nursing Clinics of North America**, v. 34, n. 4, p. 777–797, 1999.

YAO, M. *et al.* Progress in microencapsulation of probiotics: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 2, p. 857–874, 2020.

YU, Yang; DUNAWAY, Spencer; CHAMPER, Jackson; *et al.* Changing our microbiome: probiotics in dermatology. **The British Journal of Dermatology**, v. 182, n. 1, p. 39–46, 2020.

ZHOU, Jie; CHEN, Shuguang; SONG, Zhiqiang. Analysis of the long-term efficacy and safety of subcutaneous immunotherapy for atopic dermatitis. **Allergy and Asthma Proceedings**, v. 42, n. 2, p. e47–e54, 2021.