Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação — REASE

doi.org/10.51891/rease.v12i11.32019

COMPOSTOS MARINHOS APLICADOS À INDÚSTRIA COSMÉTICA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE PROPRIEDADES, REGULAMENTAÇÃO E ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO

MARINE COMPOUNDS APPLIED TO THE COSMETIC INDUSTRY: AN INTEGRATIVE REVIEW ON PROPERTIES, REGULATION, AND SUSTAINABLE PRODUCTION STRATEGIES

COMPUESTOS MARINOS APLICADOS A LA INDUSTRIA COSMÉTICA: UNA REVISIÓN INTEGRADORA SOBRE PROPRIEDADES, RAGULACIÓN Y ESTRATEGIAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN

Letícia Caetano Lima[1]
Eullállia Gonçalo das Neves e Silva[2]
Lucíola Abílio Diniz Melquiades de Medeiros Rolim[3]
Diego Igor Alves Fernandes de Araújo[4]

RESUMO: Esse artigo buscou caracterizar as implicações para aplicação de compostos marinhos em cosméticos e cosmecêuticos na indústria, considerando seu potencial bioativo e as possibilidades de aproveitamento sustentável desses recursos. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de caráter exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa, realizada nas bases de dados do SciELO, ScienceDirect, PubMed e LILACS, considerando artigos publicados entre 2021 e 2026. A coleta de dados envolveu a catalogação dos artigos selecionados e a organização dos assuntos abordados por ano de publicação, seguida de análise qualitativa do conteúdo e da identificação de categorias temáticas. Os resultados evidenciaram a diversidade de recursos marinhos utilizados como fontes de compostos bioativos de interesse cosmético, com destaque para macroalgas, microalgas e outros organismos marinhos. Entre as principais atividades identificadas, destacaram-se as propriedades hidratantes, antioxidantes e fotoprotetoras, além das ações anti-inflamatórias, antimicrobianas e antienvelhecimento, incluindo aplicações na manutenção da barreira cutânea. Entretanto, persistem desafios relacionadas à regulamentação, aos custos, à segurança, à qualidade e à disponibilidade da biomassa marinha. Conclui-se que os recursos marinhos apresentam potenciam para a inovação cosmética, e que estratégias biotecnológicas como cultivo controlado, técnicas avançadas de extração e purificação, podem contribuir para seu aproveitamento sustentável.

Palavras-chave: Compostos bioativos. Tecnologia cosmética. Biotecnologia.

[1] Discente do curso de bacharelado em Farmácia do Centro Universitário de Patos – UNIFIP.
[2] Mestre em Ciências Farmacêuticas pela UEPB. Docente no Centro Universitário UNIFIP.
[3] Doutora em Biotecnologia. Docente no Centro Universitário de Patos – UNIFIP, Patos – PB.
[4] Orientador. Doutorado em Farmacoquímica pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Professor Orientador do Centro Universitário de Patos – UNIFIP.

ABSTRACT: This article aimed to characterize the implications for the application of marine compounds in cosmetics and cosmeceuticals in the industry, considering their bioactive potential and the possibilities for the sustainable utilization of these resources. This is an integrative literature review, exploratory and descriptive in nature, with a qualitative approach, conducted using the SciELO, ScienceDirect, PubMed, and LILACS databases, considering articles published between 2021 and 2026. Data collection involved cataloging the selected articles and organizing the topics addressed by year of publication, followed by qualitative content analysis and the identification of thematic categories. The results revealed the diversity of marine resources used as sources of bioactive compounds of cosmetic interest, with emphasis on macroalgae, microalgae, and other marine organisms. Among the main activities identified, moisturizing, antioxidant, and photoprotective properties stood out, in addition to anti-inflammatory, antimicrobial, and anti-aging effects, including applications in maintaining the skin barrier. However, challenges related to regulation, costs, safety, quality, and the availability of marine biomass persist. It is concluded that marine resources have potential for cosmetic innovation and that biotechnological strategies, such as controlled cultivation and advanced extraction and purification techniques, can contribute to their sustainable utilization.

Keywords: Bioactive compounds. Cosmetic technology. Biotechnology.

RESUMEN: Este artículo buscó caracterizar las implicaciones de la aplicación de compuestos marinos en cosméticos y cosmecéuticos en la industria, considerando su potencial bioactivo y las posibilidades de aprovechamiento sostenible de estos recursos. Se trata de una revisión integradora de la literatura, de carácter exploratorio y descriptivo, con un enfoque cualitativo, realizada en las bases de datos SciELO, ScienceDirect, PubMed y LILACS, considerando artículos publicados entre 2021 y 2026. La recopilación de datos implicó la catalogación de los artículos seleccionados y la organización de los temas abordados según el año de publicación, seguida del análisis cualitativo del contenido y de la identificación de categorías temáticas. Los resultados evidenciaron la diversidad de recursos marinos utilizados como fuentes de compuestos bioactivos de interés cosmético, con énfasis en macroalgas, microalgas y otros organismos marinos. Entre las principales actividades identificadas, se destacaron las propiedades hidratantes, antioxidantes y fotoprotectoras, además de las acciones antiinflamatorias, antimicrobianas y antienvejecimiento, incluidas las aplicaciones en el mantenimiento de la barrera cutánea. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la regulación, los costos, la seguridad, la calidad y la disponibilidad de la biomasa marina. Se concluye que los recursos marinos presentan potencial para la innovación cosmética y que las estrategias biotecnológicas, como el cultivo controlado y las técnicas avanzadas de extracción y purificación, pueden contribuir a su aprovechamiento sostenible.

Palabras clave: Compuestos bioactivos. Tecnología cosmética. Biotecnología.

1 INTRODUÇÃO

Os desafios relacionados à saúde e ao bem-estar têm ganhado cada vez mais espaço na sociedade moderna atual. À vista disso o setor cosmético, ao projetar produtos que restauram, limpam, acalmam e protegem a pele, assume uma posição central no desenvolvimento da vitalidade, saúde e bem-estar, à medida que melhoram a aparência física (Rotter *et al.*, 2024).

Nesse contexto, esse crescente movimento apresenta não apenas um papel estritamente estético, mas também passa a ser visto como instrumento de cuidado, que é refletido na identidade social e na autoestima dos indivíduos. Em resposta a isso, o mercado global cosmético tem aumentado sua demanda, incorporando novas tecnologias e ativos funcionais (Cavalcanti *et al*., 2026).

No Brasil, estudos apontam que o crescimento do mercado de beleza deve alcançar US$ 52,56 bilhões até 2030 com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 7,29% no período de 2025-2030. Este crescimento expressivo é continuamente impulsionado pelo aumento da renda de consumo, pela busca do consumidor por inovações e, igualmente, pelas tendências e mídias sociais, que cada vez mais direcionam os indivíduos para o consumo consciente voltado à sustentabilidade e produtos ecologicamente corretos (Mordor intelligence, 2023). Consequentemente, a procura por cosméticos que contém ativos naturais tem aumentado rapidamente, uma vez que são promovidos como materiais mais sustentáveis, verdes e seguros, reforçando assim a importância de formulações ambientalmente responsáveis (Mendonça *et al.*, 2023).

Estima-se que o valor do mercado global de cosméticos naturais, atinja aproximadamente cerca de US$ 54,5 bilhões até 2027. Nessa perspectiva, constata-se uma incorporação progressiva de ingredientes bioativos de origem natural derivados de compostos que incluem ervas, plantas e, de modo mais relevante e promissora, organismos marinhos (Thiyagarasaiyyar *et al.*, 2020). Em razão de sua biodiversidade e amplitude, os oceanos, que cobrem cerca de 70% da terra e abrigam cerca de 90% de todos os organismos vivos, é o lar de uma diversidade de micro-organismos marinhos que representam uma fonte única de moléculas com potencial atividade anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana, fotoprotetora e antitumoral (Ding *et al.*, 2022).

Segundo Morais *et al.* (2021), o perfil protéico, lipídico, fenólico e glicídico das algas marinhas apresenta potencial cosmético e cosmecêutico, além de pigmentos, vitaminas e outros macro e microelementos. Nesse sentido, oligoelementos como cobre, ferro e zinco, que estão presentes nas algas marinhas, são constituintes importantes que contribuem para a hidratação, firmeza e brilho da pele além de protegê-la contra radicais livres (Guillerme *et al.*, 2017). De modo complementar, estudos indicam que metabólitos, primários e secundários, apresentam também funções adicionais como aumento do fluxo sanguíneo, regulação das glândulas sebáceas e promoção da renovação celular (Morais *et al.*, 2021).

Diante desse cenário, produtos naturais como compostos marinhos têm ganhado maior espaço por apresentarem ampla diversidade química e potencial bioativo de interesse para a aplicação cosmética (Fonseca *et al.*, 2023). Tornando-se assim, alvo de atenção por parte da indústria para o desenvolvimento de cosméticos e cosmecêuticos, além de levarem a uma prática baseada na sustentabilidade, com o uso de métodos de extração oriundos da química verde e biotecnologia azul.

Sob esta perspectiva, este estudo justifica-se pela necessidade de sistematizar as informações disponíveis na literatura acerca dos compostos marinhos aplicados à indústria cosmética considerando seu potencial bioativo e sua relevância no desenvolvimento de produtos mais sustentáveis e inovadores. As dispersões dos conhecimentos sobre sua composição, propriedades e aplicações evidenciou a necessidade de uma visão integrada sobre o tema, o que fundamentou a realização desta pesquisa e a identificação de possíveis lacunas cientificas. Além disso, a temática apresentou relevância pratica e social por estar relacionada à valorização sustentável dos recursos marinhos, aos princípios da química verde e da bioeconomia azul, bem como às crescentes demandas por produtos ambientalmente responsáveis e pelo consumo consciente. Assim, a realização do estudo mostrou-se relevante tanto para a sistematização do conhecimento cientifico sobre o potencial cosmético dos recursos marinhos quanto para a discussão de alternativas mais sustentáveis no setor.

No que tange aos objetivos da pesquisa, delimitou-se como objetivo primário: caracterizar as implicações para aplicação de compostos marinhos em cosméticos e cosmecêuticos na indústria. Como objetivos secundários, foram traçados: identificar os compostos marinhos mais utilizados no setor cosmético e suas propriedades bioativas; examinar as dificuldades relacionadas à regulamentação e exploração direta dos recursos marinhos; descrever de que forma a biotecnologia tem sido utilizada como estratégia na exploração sustentável desses recursos.

2 MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura com objetivos exploratórios e descritivos com abordagem qualitativa relacionada ao uso de compostos marinhos na indústria cosmética e suas implicações, com foco na sustentabilidade e inovação biotecnológica. Para orientar o desenvolvimento da pesquisa, a seguinte questão norteadora foi estabelecida: Como os compostos marinhos têm sido aplicados e explorados na formulação de

cosméticos, considerando suas propriedades e potencialidades, as estratégias biotecnológicas e os desafios ambientais, técnicos e regulatórios envolvidos?

Para a escolha e seleção dos materiais de embasamento teórico utilizaram-se como critérios de inclusão artigos científicos publicados entre os anos de 2021 a 2026 como também as produções textuais escritas em Língua Portuguesa e Inglesa, indexados na base de dados PubMed, SciELO (*Scientific Eletronic Library Online*), ScienceDirect e LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde).

Para seleção da amostra foram utilizadas na pesquisa as palavras chaves com base nos Decs (Descritores em ciências da saúde): *"Recursos Marinhos"*, *"Biotecnologia"*, *"Indústria cosmética"*, *"Desenvolvimento Sustentável"* e *"Química verde"*. Foram excluídos os artigos com dados sem clareza, que tiveram algum conflito de interesse, e que não estivessem em alguma das bases de dados que já foi citada. (Tabela 1).

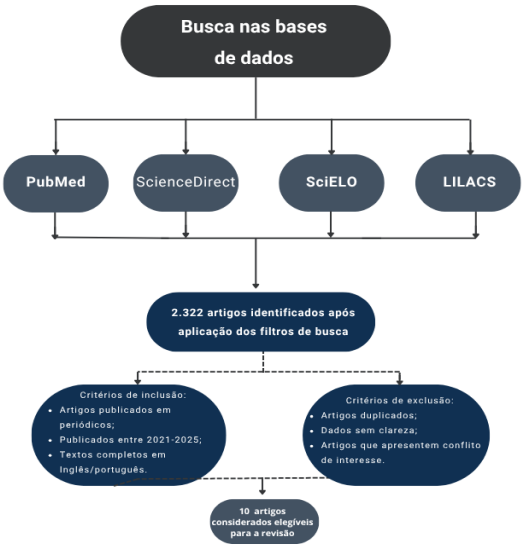
Tabela 1 – Descritores usados para levantamento de pesquisas para revisão

Descritores	PubMed	SciELO	ScienceDirect	LILACS	Total
Recursos Marinhos And Industria Cosmética	49	1	203	1	254
Recursos Marinhos And Biotecnologia	33	2	165	17	217
Recursos Marinhos And Química Verde	4	0	156	14	174
Recursos Marinhos And Desenvolvimento Sustentável	13	11	884	29	937
Biotecnologia And Indústria Cosmética	23	0	612	9	644
Industria Cosmética And Desenvolvimento Sustentável	5	0	85	6	96
Número Total	127	14	2.106	76	2.322

Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

A coleta de dados deu-se por meio da catalogação dos artigos selecionados, utilizando um mapa para organização dos assuntos abordados e o respectivo ano de publicação. Os dados foram alinhados em tabela por ordem crescente do ano de publicação, permitindo a sistematização e comparação das informações apresentadas pelos autores. A análise qualitativa foi realizada com base em uma análise do conteúdo possibilitando a identificação de categorias temáticas como tipos de compostos marinhos, suas propriedades e aplicações cosméticas, desafios regulatórios e éticos e estratégias de exploração sustentável.

Figura 1 – Fluxograma de processo de seleção de artigos



Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca bibliográfica resultou em 2.322 publicações relacionados aos descritores estabelecidos para a questão norteadora. Após a aplicação dos critérios de seleção e análise dos estudos identificados, foi definida uma amostra final de 10 (dez) trabalhos publicados entre 2021 e 2026 que contemplaram diferentes abordagens em relação ao uso dos recursos marinhos na indústria cosmética. (Figura 1).

Quadro 1 – Caracterização e síntese dos estudos selecionados sobre compostos marinhos aplicados à indústria cosmética

Autor (a)/ano e tipo de estudo	Recurso Marinho	Principais compostos	Atividades bioativas	Aplicação cosmética	Estratégias de obtenção	Principais achados
Kalasariya et al. (2021) – estudo experimental	Chaetomorpha crassa	Ácidos graxos, polissacarídeos, minerais e aminoácidos	Potencial antioxidante, anti-rugas, antiacne, hidratante, antimicrobiano, antifúngico, anti-inflamatório, imunoestimulante e condicionante, além de benefícios relacionados à barreira cutânea e à fotoproteção.	Potencial para desenvolvimento de produtos de hidratação, anti-aging, antiacne, cuidado da barreira cutânea, condicionamento e proteção de pele.	Caracterização por FTIR, GC-MS, HRLC-MS-QTOF e ICP-AES.	A caracterização da composição da C. crassa mostrou diversos constituintes associados, na literatura, a propriedades de interesse cosmético. Os autores destacam seu potencial para diferentes aplicações em cuidados com a pele.

Autor (a)/ano e tipo de estudo	Recurso Marinho	Principais compostos	Atividades bioativas	Aplicação cosmética	Estratégias de obtenção	Principais achados
Ferreira et al. (2021) – estudo observacional/descritivo de mercado	Macroalgas e microalgas como, Laminaria ochroleuca, Ascophyllum nodosum, Asparagopsis armarta e Chlorella vulgaris	Carotenoides, lipídeos e polissacarídeos	Potencial anti-inflamatório e de manutenção da barreira cutânea	Ingredientes marinhos aplicados em cosméticos faciais para pele sensível	Não avaliada; o estudo se concentrou na caracterização dos ingredientes presentes em produtos comercializados	A presença de ingredientes marinhos foi identificada em 27% dos 88 cosméticos avaliados, com predominância de derivados de algas. Foram identificadas evidências cientificas que comprovam a eficácia para alguns dos ingredientes encontrados
Wang et al. (2021) – estudo experimental in vitro e in vivo	Sargassum horneri	(-)-Loliolide	Antioxidante e fotoprotetora	Potencial ingrediente para produtos fotoprotetores e anti-photoaging	Isolamento de (-)-loliolide e avaliação por modelos celulares e modelo animal	O composto reduziu danos associados à radiação UVB, incluindo estresse oxidativo e apoptose, além de favorecer mecanismos relacionados à proteção do colágeno e da pele
Janssens-Böcker et al. (2023) – estudo clínico Split-face	Fucus vesiculosus e Ulva lactuca	Fucoidan e constituintes do extrato de U. lactuca	Hidratação, proteção de barreira cutânea e propriedades relacionadas ao envelhecimento	Sérum spray facial	Desenvolvimento de formulação à base de fucoidan, extrato de Ulva lactuca e ectoína e avaliação da sua eficácia na pele facial.	O sérum em spray desenvolvido mostrou-se seguro e promoveu o aumento da hidratação e redução da rugosidade cutânea após 28 dias de uso contínuo, enquanto a função de barreira de pele permaneceu estável.
Martins et al. (2023) – estudo experimental com avaliação clínica	Pele de Reinhardtius hippolossoides (halibute-da-Groenlândia)	Colágeno marinho	Hidratante	Hidrogel cosmético para hidratação cutânea	Extração ácido-salina do colágeno a partir da pele de R. hippoglossoides, com pré-tratamento, diálise e liofilização.	O colágeno apresentou capacidade umectante e foi incorporado a hidrogel cosmético. A formulação apresentou aumento da hidratação cutânea por até 8 h, além de mostrar potencial de valorização de subproduto da indústria pesqueira.
Cunha dos Santos et al. (2024) – revisão de literatura	Sargassum spp.	Alginato, diterpenoides, fenilpropanoides, floratininos, fucoidan, saponinas e norisosprenoides	Antioxidante, fotoprotetora, anti-inflamatória, clareadora, reparadora de barreira cutânea, hidratante e anti-aging	Produtos dermocosméticos e cosmecêuticos	Extração assistida por ultrassom (EAU), por enzimas (EAE) e por micro-ondas (MAE), além de estratégias de bioprospecção e biorrefinaria	A revisão identificou potencial dermocosmético em diferentes espécies de Sargassum, sendo a S. horneri a mais pesquisada globalmente, e destacou os desafios relacionados à escalonamento, regulamentação, qualidade da matéria prima e obtenção sustentável dos compostos.

Autor (a)/ano e tipo de estudo	Recurso Marinho	Principais compostos	Atividades bioativas	Aplicação cosmética	Estratégias de obtenção	Principais achados
Imbimbo et al. (2024) – estudo experimental	Microalga Pseudococcomyxa simplex	Carotenoides, especialmente a luteína; clorofilas e derivados; ácidos graxos como o palmítico e o esteárico	Antioxidante, anti-aging; antitirosinase e proteção contra o estresse oxidativo	Ingredientes com potencial antioxidante e anti-aging	Extração em cascata (biorrefinaria), com obtenção de carotenoides por extração etanólica assistida por ultrassom e posterior aproveitamento da biomassa residual para extração de lipídeos	O extrato rico em carotenoides apresentou atividades antioxidante, antitirosinase e antielastase. A fração lipídica, rica principalmente em ácidos palmítico e esteárico, apresentou potencial uso como agente emoliente e emulsificante, favorecendo o aproveitamento integral da biomassa residual.
Matos et al. (2024) – Revisão de literatura com estudo de caso	Algas marinhas invasoras	Polissacarídeos, polifenóis, terpenoides, esteróis, aminoácidos, proteínas, pigmentos e PUFAs	Antioxidante, fotoprotetora, clareadora, anti-aging e anti-inflamatória	Ingredientes bioativos para produtos cosméticos	Extração de compostos bioativos da biomassa de algas invasoras por diferentes métodos descritos na literatura, associada à valorização (upcycling) dessa biomassa para aplicações cosméticas	O estudo identificou potencial para a valorização da biomassa de algas marinhas invasoras como fonte de ingredientes bioativos, destacando seu potencial sustentável, além e desafios regulatórios e relacionados ao escalonamento para sua aplicação
Firdaus et al. (2025) – estudo experimental	Microalga Spirulina plantesis	Ficocianina	Antioxidante, fotoprotetora e antimicrobiana	Ingrediente bioativo para aplicações cosmecêuticas	Extração por ultrassom e ciclos de congelamento/descongelamento; purificação por sistema aquoso de duas fases com solvente eutético profundo natural (ATPS-NaDES)	A ficocianina apresentou elevada atividade antioxidante e fotoprotetora, além de atividade antimicrobiana contra S. aureus, E. coli e P. acnes, demonstrando potencial para aplicação cosmecêutica
Chinjoo e Golzary (2025) – Revisão de literatura	Microalgas	Carotenoides, ficobiliproteínas, compostos fenólicos, vitaminas, ácidos, graxos poli-insaturados, polissacarídeos, peptídeos e aminoácidos	Antioxidante, anti-inflamatorias, fotoprotetora, anti-aging, hidratante e relacionada a proteção e reparação da barreira cutânea	Desenvolvimento de ingredientes e formulações cosméticas voltadas a proteção, hidratação, reparação e prevenção do envelhecimento cutâneo	Cultivo sustentável de microalgas, com sistemas fotobiorreatores, associado a técnicas de extração verde e aproveitamento da biomassa de acordo com os princípios da economia circular	A revisão mostrou o potencial das microalgas como ingredientes para produções cosméticas sustentáveis, destacando os avanços nas tecnologias de extração e cultivo e também desafios de produção em escala, custos e regulamentação

Fonte: Dados da pesquisa, 2026.

3.1 Caracterização dos estudos selecionados

Os trabalhos selecionados apresentaram abordagens diversas quanto à exploração dos recursos marinhos na indústria cosmética, com isso incluíram-se estudos que abrangeram macroalgas, microalgas e organismos marinhos como potenciais fontes de compostos bioativos. Quanto à natureza das pesquisas, foram contemplados estudos experimentais, incluindo

avaliações *in vivo* e *in vitro*, estudos clínicos, revisões de literatura e estudo descritivo de mercado com caracterização de produtos cosméticos comercializados. (Quadro 1)

Foi observada uma predominância de estudos voltados para a caracterização química, bem como também para a avaliação das propriedades bioativas e posterior investigação do potencial de aplicação desses recursos em formulações cosméticas e cosmecêuticas. Por sua vez, estudos com abordagens direcionadas ao aproveitamento da biomassa marinha e valorização de subprodutos também foram identificados, estando associados ao desenvolvimento de estratégias de obtenção e processamento voltadas à sustentabilidade.

3.2 Compostos e propriedades bioativas

Os estudos selecionados demostraram uma diversidade de compostos presentes nos recursos marinhos que foram investigados, contendo classes distintas de substâncias com potencial interesse no setor cosmético. Entre os principais constituintes tiveram destaque os polissacarídeos, aminoácidos e ácidos graxos, observados na caracterização da *Chaetomorpha crassa* por Kalasariya *et al.* (2021), à medida que Wang *et al.* (2021) identificaram o (-)-loliolide como composto bioativo isolado de *Sargassum horneri*. Nesse contexto, enquanto alguns estudos destacaram carotenoides, como a luteína, outros evidenciaram compostos como a ficocianina e colágeno marinho como constituintes de interesse para aplicações cosméticas e cosmecêuticas. (Martins *et al.*, 2023; Imbimbo *et al.*, 2024; Firdaus *et al.*, 2025). Dessa forma, a diversidade de constituintes identificados esteve associada a um amplo conjunto de propriedades bioativas de interesse cosmético, evidenciadas por atividades como a antioxidante, a fotoprotetora, a anti-inflamatória e a hidratante.

Entre as propriedades bioativas identificadas, a atividade antioxidante destacou-se em grande parte dos estudos selecionados, estando associada à presença de diferentes classes de compostos marinhos. Kalasariya *et al.* (2021) relacionaram a composição química da *Chaetomorpha crassa* a diferentes constituintes presentes, como aminoácidos, ácidos graxos e derivados de carboidratos, a características de interesse cosmético. De modo mais especifico, Imbimbo *et al.* (2024), observaram atividade antioxidante no extrato rico em carotenoides de *Pseudococcomyxa simplex*, além da ação relacionada à proteção contra o estresse oxidativo. Firdaus *et al.* (2025) por sua vez demonstraram elevada atividade antioxidante da ficocianina obtida de *Spirulina plantesis*, a partir de diferentes métodos de avaliação, evidenciando o seu potencial para aplicação cosmecêutica. De forma semelhante, Cunha dos Santos *et al.* (2024), ao revisarem o

potencial dermocosmético em diferentes espécies de *Sargassum,* destacaram esta atividade entre as propriedades bioativas observadas. Além da ação antioxidante, os estudos destacaram também atividade fotoprotetora dos recursos marinhos como atividade de interesse para o setor cosmético.

Wang *et al.* (2021) demonstraram que o (-)-loliolide isolado de *Sargassum horneri* apresentou efeito fotoprotetor em modelos *in vitro* e *in vivo*, reduzindo danos associados à radiação UVB e ao estresse oxidativo. Além disso, o experimento com o (-)-loliode foi associado não apenas à preservação da síntese de colágeno e à atenuação da expressão de metaloproteínas da matriz extracelular mas também ao processo de fotoenvelhecimento cutâneo. De maneira semelhante, Cunha dos Santos *et al.* (2024) destacaram o potencial fotoprotetor em diferentes espécies de *Sargassum*, como a *S. cristaefolium e S. polycystum*, cujos extratos mostraram resultados favoráveis contra a radiação ultravioleta, enquanto Firdaus *et al.* (2025) evidenciaram a atividade com fator de proteção solar (FPS) de 40,23 na concentração avaliada a partir da ficocianina obtida de *Spirulina plantesis*. Esse conjunto de achados reforçou o potencial fotoprotetor de bioativos marinhos distintos para o desenvolvimento de ingredientes cosméticos que atuam na proteção da pele frente à radiação ultravioleta.

Para lá das atividades fotoprotetoras e antioxidantes, os estudos trazem ainda evidências de propriedades ligadas à hidratação e manutenção da barreira cutânea da pele. A esse respeito, Janssens-Böcker *et al.* (2023) avaliaram um sérum spray facial contento extratos de *Fucus vesiculosus* e *Ulva lactuca,* em um estudo clínico *slipt-face* onde obtiveram um efeito favorável da formulação na hidratação da pele, sendo observada tanto imediatamente após a aplicação quanto no fim do período de uso contínuo. Desse modo, foi notado aumento de 17% da hidratação após 20 minutos de aplicação, observando-se um aumento de 5% acima do valor inicial passados 28 dias de uso contínuo. No que se refere aos parâmetros de condição cutânea, a avaliação indicou redução da rugosidade da pele em 17% após 28 dias, enquanto a TEWL *(Transepidermal Water Loss)* permaneceu estável durante o período avaliado.

A convergência dos achados sugeriu que a formulação apresentada demonstrou, nas condições avaliadas, resultado positivo em relação à hidratação e aspecto da pele, sem alteração negativa da perda de água transepidérmica. Em consonância com esses achados, Martins *et al.* (2023) fizeram a avaliação clínica de um hidrogel contendo colágeno obtido da pele de *Reinhardtius hippoglossoides*, no qual foi observado ação hidratante após a aplicação tópica, com

efeito observado por até 8 horas. Apesar de terem sido avaliadas diferentes concentrações de colágeno, o efeito não teve uma relação dose-dependente.

De modo complementar, Chinjoo e Golzary (2025), em uma revisão sobre a aplicação das microalgas na pele, relacionaram a atividade hidratante à capacidade de retenção de umidade de polissacarídeos como alginatos e fucoidanos. Além de destacarem o uso de alginato e ágar em formulações cosméticas existentes, os autores apontam que estudos sugeriram potenciais efeitos hidratantes mais pronunciados associados aos polissacarídeos de algas marrons. Além disso, os ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) foram associados à integridade da barreira e à redução da perda de água transepidérmica.

Em suma, o conjunto de achados aponta que o potencial de hidratação e proteção cutânea não se restringe à somente uma classe isolada de organismos e compostos marinhos, mas pode englobar desde extratos de macroalgas como os de *Fucus vesiculosus* e *Ulva lactuca* avaliados por Janssens-Böcker *et al.* (2023), até o colágeno obtido de peixe investigado por Martins *et al.* (2023), e constituintes de microalgas descritos por Chinjoo e Golzary (2025), evidenciando as diversas possibilidades no aproveitamento de recursos marinhos em estratégias destinadas a hidratação e manutenção de barreira cutânea.

Indo além das atividades cosméticas previamente discutidas, estudos subsequentes abrangeram ainda outras atividades de interesse cosmético e cosmecêutico, como atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, *anti-aging* e clareadora. Nessa perspectiva, Imbimbo *et al.* (2024) identificaram atividade antielastase e antitirosinase no extrato rico em carotenoides de *Pseudococcomyxa simplex*, demonstrando potencial para aplicações relacionadas ao controle da melanogênese e para o retardo do envelhecimento cutâneo. De forma complementar, Cunha dos Santos *et al.* (2024) e Matos *et al.* (2024) descreveram em seus estudos diferentes atividades bioativas associadas as macroalgas, em especial atividade anti-inflamatória. Nessa linha, à medida que Cunha dos santos *et al.* (2024), reuniram evidências da atividade anti-inflamatória em diferentes espécies de *Sarassum.* Matos *et al.* (2024) também a relacionaram a compostos presentes em algas marinhas invasoras além de associarem a esses compostos efeitos de antienvelhecimento e à inibição da tirosinase, esta última também identificada por Imbimbo *et al.* (2024). Firdaus *et al.* (2025) demonstraram a eficácia antimicrobiana da ficocianina purificada obtida de *Spirulina plantesis* frente aos patógenos *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, e Cutibacterium acnes,* evidenciando o seu potencial como um agente antimicrobiano natural.

Os estudos abordados demonstraram a diversidade dos recursos marinhos investigados, juntamente com suas diversas atividades bioativas. Nessa linha, a recorrência observada das classes de compostos em diferentes grupos de algas destacou a diversidade química presentes nesses recursos bem como suas múltiplas possibilidades de aproveitamento no setor cosmético.

3.3 Aplicações cosméticas e cosmecêuticas

Os estudos apresentaram diferentes maneiras de aplicação dos recursos marinhos no setor cosmético e cosmecêutico, contemplando tanto possibilidades de uso quanto aplicações já desenvolvidas. As aplicações encontradas nos trabalhos selecionados estiveram principalmente relacionadas ao desenvolvimento de produtos voltados para a hidratação, fotoproteção, antienvelhecimento e manutenção da barreira da pele. Também foram identificadas abordagens relacionadas à caracterização e incorporação desses constituintes em formulações, bem como a presença de ingredientes de origem marinha em formulações comercializadas.

Entre os estudos que avançaram para aplicações em formulações, Janssens-Böcker *et al.* (2023) e Martins *et al.* (2024) desenvolveram formulações destinadas ao uso tópico facial, obtidos, respectivamente, através dos extratos de *Ulva lactuca e Fucus vesiculosus* em um sérum spray e colágeno marinho da pele de *Reinhardtius hippoglossoides* em um hidrogel, observando, em ambos os casos, resultados favoráveis, o que evidenciou a viabilidade de incorporação de recursos marinhos em produtos destinados ao cuidado da pele, sobretudo com finalidade hidratação.

Por outro lado, foram identificados estudos em etapas anteriores de formulação, mas que detectaram alguns constituintes com potencial de interesse para uso em formulações cosméticas, como é o caso de Imbimbo *et al.* (2024), que identificaram potencial na fração lipídica obtida do extrato de *Pseudococcomyxa simplex* como agente emoliente e emulsificante, enquanto Firdaus *et al.* (2025) mostraram características de interesse para aplicação cosmecêutica que incluíram atividade fotoproterora e antioxidante, a partir da obtenção da ficocianina purificada de *Spirulina plantesis.*

Numa perspectiva mais comercial, Ferreira *et al.* (2021) avaliaram 88 cosméticos de marcas multinacionais destinados à pele sensível, identificando a presença de recursos marinhos em 27% dos produtos analisados e destacando a escassez de trabalhos científicos voltados para avaliação desses ingredientes. Nessa linha, foram encontradas nesse estudo evidências clínicas relacionadas aos extratos de *Ascophyllum nodosum* e *Asparagopsis armata* que justificaram seu uso

em produtos para pele sensível, demonstrando a integração progressiva dos recursos de origem marinha em produtos no setor cosmético, à medida que também destacam a necessidade de ampliar as finalidades pretendidas para sua utilização.

Em decorrência dos achados revisados, contata-se que a diversidade dos estudos que abordam a utilização dos recursos marinhos no setor cosmético, desde a identificação de constituintes com potencial bioativo até a presença desses ingredientes em produtos comercializados, demonstra que o uso desses recursos não devem se limitar apenas à investigação de suas propriedades, mas também devem avançar para diferentes etapas de pesquisa e desenvolvimento a fim de contribuir para a consolidação dessas aplicações no setor cosmético e cosmecêutico.

3.4 Desafios regulatórios e exploração

Muito embora a literatura selecionada sugira possibilidades distintas de aplicação dos recursos marinhos, sua exploração no setor cosmético enfrenta ainda desafios relacionados à coleta, acesso e regulamentação das matérias-primas. Nessa perspectiva, Cunha dos Santos *et al.* (2024) trazem limitações envolvidas na bioprospecção, destacando a coleta e o uso de algas, principalmente quando se considera o aproveitamento da biomassa coletada em praias. Para além, apontaram também a ausência de marco legislativo claro para o uso da biomassa de algas lançadas à beira mar como uma questão que dificulta o desenvolvimento eficaz do setor.

De modo semelhante, Matos *et al.* (2024) identificaram barreiras regulatórias relacionadas ao uso de algas marinhas invasoras como ingredientes cosméticos. Ao compararem diferentes contextos regulatórios, os autores destacam variabilidade das exigências entre os mercados, como observado na União Europeia, onde há restrições à venda e à aquisição internacional de determinadas espécies invasoras, enquanto o Japão estabelece um sistema de permissão que permite a venda e importação das espécies invasoras sob condições especificas. Esse contraste evidencia as diferenças e implicações regulatórias associadas ao aproveitamento das espécies invasores para aplicação cosmética e cosmecêutica.

Além das dificuldades regulatórias, o controle de qualidade e segurança da biomassa constitui outro desafio na exploração dos recursos marinhos para aplicações cosméticas, conforme discutido por Cunha *et al.* (2024). Os autores destacaram preocupações relacionadas à contaminação microbiológica e metais pesados em algas coletadas em locais com muita atividade antrópica, aspectos relevantes considerando sua finalidade cosmética. Nesse sentido,

o estudo evidencia a importância não apenas do monitoramento desses contaminantes como também do desenvolvimento de protocolos para avaliar a qualidade da biomassa coletada tendo em vista as variações que sua composição química pode apresentar de acordo com as condições ambientais e o local de obtenção. Desse modo, as medidas descritas contribuem tanto para garantir maior consistência das características e dos efeitos cosmecêuticos dos extratos, quanto para reduzir potenciais riscos à segurança.

Somado às dificuldades já abordadas, a transposição de escalas dos processos constitui outro desafio para a incorporação dos recursos marinhos na indústria cosmética. Ferreira *et al.* (2021) apontaram que um dos principais obstáculos para o fornecimento sustentável dos ingredientes de origem marinha no setor cosmético está relacionado à baixa disponibilidade de biomassa e os desafios quanto ao cultivo/produção dos organismos marinhos em larga escala. Adicionalmente, Chinjoo e Golzary (2025), no contexto das microalgas, identificaram que as dificuldades da produção estão relacionadas aos custos de produção bem como aos baixos rendimentos de biomassa e de produtos. Nesse contexto, os autores destacaram a importância do desenvolvimento de estratégias capazes de ampliar em conjunto escalabilidade, acessibilidade e eficácia dos produtos à base de microalgas. Assim, o emprego de inovações biotecnológicas voltadas à exploração, processamento e aproveitamentos dos recursos marinhos se apresenta uma abordagem relevante para sua utilização de modo mais sustentável e eficiente na indústria cosmética.

3.5 Biotecnologia e exploração sustentável

Se, por um lado, as limitações relacionadas à obtenção e à produção de ingredientes em larga escala dos insumos de origem marinha se constituem um desafio, tem-se, nesse cenário a possibilidade do emprego da biotecnologia que pode atuar não apenas na obtenção desses compostos, mas também na valorização e aproveitamento da própria biomassa marinha, uma vez que um mesmo recurso que pode apresentar diferentes constituintes e propriedades, conforme evidenciaram Kalasaryia *et al.* (2021) ao caracterizarem a composição química da *Chaetomorpha crassa* através de diferentes métodos de extração e técnicas analíticas que incluíram analises realizadas por Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), Cromatografia liquida de alta resolução acoplada à espectrometria de massas com analisador QTOF (HRLCMS-QTOF) e Espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente

(ICP-AES). No estudo, foram identificadas diversas classes de constituintes presentes na biomassa, como ácidos graxos, aminoácidos e minerais, evidenciando uma perspectiva de valorização dos recursos marinhos e de melhor aproveitamento da biomassa.

A biotecnologia possibilita a valorização dos recursos de origem marinha associados à redução do impacto ambiental. Nessa perspectiva, Matos *et al.* (2024) numa análise dos ingredientes bioativos em algas invasoras dos Açores, destacaram que o aproveitamento da biomassa marinha pode apresentar benefícios ambientais e econômicos, tendo em vista seu potencial de utilização não apenas no setor cosmético, mas também outras áreas de aplicação. Conforme apontam os autores, a valorização dessa biomassa além de representar uma possiblidade de aproveitamento econômico, pode também contribuir para minimização dos problemas associados ao acúmulo dessas algas que causam comprometimento da estética das praias e mau cheiro em razão da sua decomposição. Desse modo, o estudo caracteriza uma perspectiva de *upcycling*, em que uma biomassa associada à impactos ambientais pode se tornar em matéria-prima com maior valor agregado.

Nessa perspectiva, Cunha *et al.* (2024) ao revisarem as possibilidades de aproveitamento de macroalgas do gênero *Sargassum* para aplicações dermocosméticas, discutiram as estratégias de bioprospecção, extrações verdes e biorrefinaria como um caminho para maior aproveitamento da biomassa marinha. Dessa forma, os autores apontaram para uma abordagem em que a implementação de biorrefinarias sustentáveis dão suporte no estabelecimento de uma cadeia econômica embasada no aproveitamento da biomassa para a obtenção de produtos de alto valor agregado.

Imbimbo *et al.* (2024) exemplificam essa perspectiva ao aplicarem uma estratégia de biorrefinaria no aproveitamento da biomassa de *P. simplex*, cultivada em fotobiorreatores de coluna de bolhas. A abordagem foi baseada na extração sequencial de classes distintas de moléculas, como pigmentos e lipídeos, sendo a escolha da ordem de extração definida segundo critérios como polaridade das moléculas-alvo e o valor de mercado das moléculas a serem extraídas, de modo a assegurar a qualidade da biomassa residual sem interferência do solvente de extração. Os autores estruturaram o processamento da biomassa seguindo etapas sucessivas, realizando inicialmente, extrações de pigmentos como carotenoides, e posteriormente, após a etapa de secagem, reutilizando a biomassa residual como matéria-prima para a obtenção das frações lipídicas através de extração convencional.

Desse modo, a abordagem utilizada no estudo demonstrou a utilização dos processos da biorrefinaria no aproveitamento em cascata da biomassa marinha sendo integrada ao cultivo controlado da microalga a fim de aumentar as possibilidades de obtenção dos produtos à medida que promove a valorização integral dos seus constituintes.

Chinjoo & Golzary (2025) corroboram com essa perspectiva ao discutirem a relação do cultivo sustentável de microalgas utilizando sistemas como fotobiorreatores integrados a métodos avançados de extração, juntamente com sistemas inovadores de entrega, como lipossomas e nanocarregadores, e princípios de economia circular. Os autores apontam que essas estratégias, integradas, podem favorecer tanto a eficácia e aproveitamento das microalgas quando a redução do impacto ecológico associado à sua utilização.

Para além dessa perspectiva, a biotecnologia pode ser aplicada na etapa de obtenção e purificação dos compostos de interesse, oferecendo alternativas potencialmente favoráveis em termos de sustentabilidade e eficiência. Nessa perspectiva, Firdaus *et al*. (2025) desenvolveram um método integrado de extração e purificação de ficocianina de *Spirulina plantesis* utilizando ultrassonificação e ciclos de congelamento-descongelamento combinados a um sistema aquoso bifásico com solvente eutético (ATPS-NaDES) visando superar as limitações relacionadas a pureza do composto para aplicações cosmecêuticas. A estratégia executada no estudo demonstrou a obtenção da ficocianina em grau cosmecêutico, evidenciando o potencial da biotecnologia no aprimoramento das etapas de processamento dos compostos bioativos de origem marinha, considerando não apenas as características de interesse dos ingredientes para uso cosmético, como também a sustentabilidade dos processos.

Entretanto, embora as estratégias biotecnológicas apresentem diversas possibilidades de aplicação no aproveitamento e processamentos dos recursos marinhos, a incorporação dessas técnicas permanece associada à desafios relacionados a escalabilidade dos processos, custos de produção e eficiência nos processos de obtenção, que, conforme destacam Chinjoo e Golzary (2025), necessitam de avanços biotecnológicos e práticas sustentáveis de produção capazes de favorecer a sua integração nos processos produtivos. Dessa forma, os autores evidenciam que os avanços das técnicas biotecnológicas se apresentam um caminho promissor para ampliação do uso dos compostos marinhos no setor cosmético, desde que acompanhados de avanços nos marcos regulatórios e práticas de escalonamento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão integrativa permitiu caracterizar as implicações relacionadas à aplicação de compostos de origem marinha em cosméticos e cosmecêuticos na indústria, destacando a diversidade de constituintes e propriedades bioativas de interesse para o desenvolvimento de ingredientes e produtos. Com a análise dos estudos selecionados buscou-se integrar a literatura disponível a respeito dos compostos mais utilizados e suas propriedades bioativas, aplicações já investigadas, obstáculos relacionados à exploração e a regulamentação, bem como as estratégias biotecnológicas empregadas.

Os achados trouxeram diferentes organismos e classes de compostos que demonstraram atividades voltadas à hidratação, fotoproteção, ação antioxidante, ação anti-inflamatória e antimicrobiana, manutenção de barreira cutânea e ação anti-envelhecimento, com algumas das aplicações já exploradas em formulações cosméticas e cosmecêuticas, além de evidenciarem diferentes possibilidades no aproveitamento das macroalgas, microalgas e pigmentos, indicando o vasto potencial presente nos recursos marinhos para diversificação de matérias-primas no setor cosmético.

Além disso, os estudos selecionados evidenciaram o potencial da biotecnologia na integração de diversas estratégias voltadas a exploração sustentável dos recursos marinhos para o desenvolvimento de cosméticos e cosmecêuticos na indústria. Abordagens como o cultivo controlado em fotobiorreatores, técnicas avançadas de extração e purificação, a biorrefinaria e o aproveitamento de frações diferentes da mesma biomassa demostraram a possibilidade de utilização integral desses recursos conciliando eficiência e sustentabilidade. Em conjunto, os achados reforçam a perspectiva de que a consolidação da incorporação dos recursos marinhos na indústria cosmética parece estar menos associada à ausência de potencial bioativo e mais próxima da persistência de barreiras regulatórias, econômicas e técnicas. Nesse contexto, a biotecnologia se posiciona como uma estratégia capaz de conciliar sustentabilidade e aproveitamento integral da biomassa juntamente com viabilidade de produção, contribuindo para a transição do potencial demonstrado cientificamente na literatura dos recursos marinhos para a obtenção de ingredientes de maior valor agregado para o setor industrial cosmético.

Apesar das alternativas identificadas, a literatura também deixa evidente a necessidade de aumentar os esforços em pesquisa e desenvolvimento voltadas aos recursos marinhos a fim de fortalecer as evidências de eficácia e segurança, bem como aprimorar os processos de obtenção, escalabilidade, padronização e viabilidade econômica, contribuindo para o

fortalecimento científico e, consequentemente, favorecendo a consolidação da aplicação desses recursos na indústria cosmética.

Em suma, os estudos demonstraram que a aplicação dos recursos marinhos nos setores cosmético e cosmecêutico, mostra-se uma alternativa promissora para a produção de ingredientes destinados à produtos de cuidado para pele, que aliam sustentabilidade à eficácia. Entretanto, sua consolidação permanece atrelada ao desenvolvimento de estratégias que articulem simultaneamente ciência, regulamentação, tecnologia e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTI APB, et al. Innovation and sustainability in the cosmetics industry: a global perspective with local insights. Cosmetics, 2026; 13(2): 59.

CHINJOO N, GOLZARY A. Microalgae: revolutionizing skin repair and enhancement. Biotechnology Reports, 2025; 47: 2-20.

CUNHA DOS SANTOS T, et al. Dermocosmetic properties of bioproducts from Sargassum macroalgae: chemical aspects, challenges, and opportunities. Frontiers in Marine Science, 2024; 11: 1-23.

DING J, et al. Application of marine microbial natural products in cosmetics. Frontiers in Microbiology, 2022; 13: 1-15.

FERREIRA MS, et al. Marine ingredients for sensitive skin: market overview. Marine Drugs, 2021; 19(8): 2-16.

FIRDAUS Z, et al. Green extraction and purification of phycocyanin from Spirulina platensis: evaluation of its bioactivity and photoprotection. Biochemical Engineering Journal, 2025; 223: 2-12.

FONSECA S, et al. Marine natural products as innovative cosmetic ingredients. Marine Drugs, 2023; 21(3): 2-23.

GUILLERME JB, et al. Applications for marine resources in cosmetics. Cosmetics, 2017; 4(3): 2-25.

IMBIMBO P, et al. Unveiling the potential of Pseudococcomyxa simplex: a stepwise extraction for cosmetic applications. Applied Microbiology and Biotechnology, 2024; 108(1): 2-12.

JANSSENS-BÖCKER C, et al. The tolerability and effectiveness of marine-based ingredients in cosmetics: a split-face clinical study of a serum spray containing Fucus vesiculosus extract, Ulva lactuca extract, and ectoin. Cosmetics, 2023; 10(3): 2-12.

KALASARIYA HS, et al. Characterization of fatty acids, polysaccharides, amino acids, and minerals in marine macroalga Chaetomorpha crassa and evaluation of their potentials in skin cosmetics. Molecules, 2021; 26(24): 2-20.

MARTINS E, et al. In vivo skin hydrating efficacy of fish collagen from Greenland halibut as a high-value active ingredient for cosmetic applications. Marine Drugs, 2023; 21(2): 2-19.

MATOS M, et al. Marine invasive algae's bioactive ingredients as a sustainable pathway in cosmetics: the Azores Islands as a case study. Marine Drugs, 2024; 22(12): 2-26.

MENDONÇA BMR, et al. Cosméticos verdes: revisão bibliográfica sobre a tendência sustentável no desenvolvimento de cosméticos. Research, Society and Development, 2023; 12(2): 1-16.

MORAIS T, et al. Seaweeds compounds: an ecosustainable source of cosmetic ingredients? Cosmetics, 2021; 8(1): 2-28.

MORDOR INTELLIGENCE. Brazil beauty market: growth, trends, COVID-19 impact, and forecasts (2023–2028). Disponível em: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/brazil-cosmetics-products-market-industry. Acesso em: 13 set. 2025.

ROTTER A, et al. Marine cosmetics and the blue bioeconomy: from sourcing to success stories. iScience, 2024; 27(12): 1-50.

THIYAGARASAIYAR K, et al. Algae metabolites in cosmeceutical: an overview of current applications and challenges. Marine Drugs, 2020; 18(6): 2-35.

WANG L, et al. In vitro and in vivo photoprotective effects of (-)-loliolide isolated from the brown seaweed, Sargassum horneri. Molecules, 2021; 26(22): 2-9.