



**UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR  
CURSO DE BIOMEDICINA**



**VANESSA FARIAS DANIEL**

**DERMOCOSMÉTICOS À BASE DE SPIRULINA: UMA REVISÃO**

**TOLEDO – PR  
2021**

**VANESSA FARIAS DANIEL**

**DERMOCOSMÉTICOS À BASE DE SPIRULINA: UMA REVISÃO**

**Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Graduação em Biomedicina da Universidade Paranaense – Campus Toledo, como requisito parcial para a obtenção do título de Biomédica, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Graciela lecher Faria Nunes.**

**TOLEDO – PR**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

*Em especial a minha irmã Rafaela, que me incentivou e apoiou incondicionalmente durante toda minha trajetória acadêmica. Que com sua inteligência, resiliência e sabedoria me mantiveram inspirada a continuar me desenvolvendo e acreditando que esse sonho seria possível.*

*Aos meus pais Santana e Louecir, que me ajudaram e orientaram a trilhar meu caminho com humildade, respeito e ética.*

*Aos meus queridos amigos Bruno, Pamela e Monalisa por estarem presente, mesmo que virtualmente nesta etapa tão importante da minha vida.*

*E agradeço imensamente a minha querida Orientadora Professora Maria Graciela Lecher Faria Nunes por todo profissionalismo, paciência, incentivo e conhecimentos transmitidos.*

*“Não importa aonde você parou...  
Em que momento da vida você cansou...  
O que importa é que sempre é possível e necessário Recomeçar.  
Recomeçar é dar uma chance a si mesmo...  
É renovar as esperanças na vida e o mais importante...  
Acreditar em você de novo.  
...Acreditou que tudo estava perdido? Era o início da sua melhora...  
Pois é... Agora é hora de reiniciar... De pensar na luz...  
...Hoje é um bom dia para começar novos desafios.  
...Queira o melhor do melhor... Queira coisas boas para a vida...”*

*Carlos Drummond de Andrade*

## **DECLARAÇÃO DE AUTORIA**

Declaro para os devidos fins que eu, Vanessa Farias Daniel, RG: 104732593 – SSP-PR, aluna do Curso de Biomedicina da Universidade Paranaense – UNIPAR, Campus Toledo-PR, sou autora do trabalho intitulado: “DERMOCOSMÉTICOS À BASE DE SPIRULINA: UMA REVISÃO”, que agora submeto à banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso de Biomedicina.

Também declaro que é um trabalho inédito, nunca submetido à publicação anteriormente em qualquer meio de difusão científica.

A handwritten signature in black ink, reading "Vanessa F. Daniel". The signature is written in a cursive style with a horizontal line underneath it.

Nome do Aluno

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. METODOLOGIA.....	9
3. DESENVOLVIMENTO.....	9
3.1 Cosméticos e Dermocosméticos.....	9
3.2 Microalgas.....	12
3.3 Spirulina ( <i>Arthrospira platensis</i> ).....	13
3.4 Spirulina como Bioativo em Dermocosméticos.....	15
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
5. REFERÊNCIAS.....	19

# DERMOCOSMÉTICOS À BASE DE SPIRULINA: UMA REVISÃO

**Vanessa Farias Daniel – [vanessa.daniel@edu.unipar.br](mailto:vanessa.daniel@edu.unipar.br)**

**Maria Graciela Iecher Faria Nunes – [gracielaiecher@prof.unipar.br](mailto:gracielaiecher@prof.unipar.br)**

## RESUMO

A Spirulina (*Arthrospira platensis*) é uma cianobactéria filamentosa, autotrófica e procarionte de cor verde-azulada, encontrada em ambientes aquáticos salinos e alcalinos. Ela é utilizada na alimentação humana desde a pré-história e vem despertando grande interesse científico devido ao seu rico conteúdo proteico, além de vitaminas, minerais e pigmentos, como a clorofila, a ficocianina e os carotenóides. A principal aplicação da Spirulina atualmente é como suplemento alimentar. Além disso, diversas pesquisas apontam um grande potencial biotecnológico nas indústrias alimentícia, farmacêutica e de cosméticos. Com meios de cultivos econômicos e versátil aplicação, a Spirulina apresenta-se como um importante bioativo tecnológico. Portanto, esta revisão bibliográfica sobre a utilização da Spirulina em produtos dermocosméticos, enfatiza as suas aplicações biotecnológicas, destacando estudos que comprovam sua atividade anti-inflamatória e antioxidante.

**Palavras chave:** Arthrospira, suplemento alimentar, cosméticos, cianobactéria.

## ABSTRACT

Spirulina (*Arthrospira platensis*) is a filamentous, autotrophic, and blue-green prokaryote cyanobacterium found in saline and alkaline aquatic environments. It has been used in human diet since prehistoric times and has been arousing great scientific interest due to its rich protein content, in addition to vitamins, minerals and pigments, such as chlorophyll, phycocyanin and carotenoids. Currently, the main application of Spirulina is as a dietary supplement. Besides, several researches point to a great biotechnological potential in the food, pharmaceutical and cosmetic industries. With economical cultivation practices and versatile application, Spirulina represents an important technological bioactive. Therefore, this literature review on the use of Spirulina in dermocosmetics products emphasizes its biotechnological applications, highlighting studies that prove its anti-inflammatory and antioxidant activity.

**Keywords:** Arthrospira, food supplement, cosmetics, cyanobacteria.

Toledo, 15 de novembro de 2021.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo evidências arqueológicas, os primeiros registros sobre cosméticos datam de aproximadamente 1400 a.C. entre os povos egípcios. Os registros relatam recipientes encontrados em tumbas e sarcófagos contendo preparações para decoração e tratamento do corpo (QUIROGA; GUILLOT, 1955).

Na era moderna, por volta do século 19 os benefícios da higiene pessoal receberam reconhecimento exponencial, favorecendo o crescimento da indústria cosmética. No século 20, com a indústria dos cosméticos em ascensão, inicia-se o desenvolvimento de cosméticos multifuncionais e formulações mais complexas (CIC, 2016). Neste cenário de inovações tecnológicas, apresentam-se os princípios biologicamente ativos como a Spirulina, com propriedades terapêuticas de grande interesse à indústria cosmética (WAN; WU; KUCA, 2016).

A Spirulina é uma cianobactéria usada na alimentação humana desde a pré-história, devido a sua composição rica em proteínas, vitaminas, minerais, ácidos graxos, polissacarídeos, aminoácidos e pigmentos como a clorofila, a ficocianina e os carotenóides (JIMÉNEZ et al. 2003; PELIZER et al. 2003; RICHMOND, 2017). É a cianobactéria mais cultivada no mundo e dá origem a mais de 30% da produção mundial de biomassa de microalgas (COSTA et al., 2019). No ano de 2016 mais de 128.000 toneladas de Spirulina foram consumidas globalmente e em 2026 espera-se um consumo global de mais de 321.000 toneladas (PMR, 2017).

Considerando a importância dos dermocosméticos para a população global e o crescente interesse de pesquisadores a respeito da Spirulina, esta revisão tem por objetivo demonstrar o potencial biotecnológico da Spirulina em dermocosméticos, destacando estudos que comprovam sua atividade anti-inflamatória e antioxidante.

## **2. METODOLOGIA**

Este estudo é uma revisão bibliográfica realizada em bancos de dados eletrônicos utilizando a plataforma Google Acadêmico. Para tal foram pesquisadas as palavras chave *Arthrospira*, suplemento alimentar, Spirulina, cosméticos e cianobactéria.

## **3. DESENVOLVIMENTO**

### **3.1 Cosméticos e Dermocosméticos**

Historicamente, é possível perceber que o ser humano estabeleceu uma importante relação com os cosméticos. No Egito, historiadores encontraram em sarcófagos e tumbas datados de 1400 a.C. recipientes contendo preparações semelhantes aos cremes, incenso e óleos diversos utilizados para decoração e tratamento do corpo. Por volta de 400 a.C. na Grécia, livros sagrados e Hipócrates destacaram regras para banhos, higiene corporal e procedimentos cosméticos. Nesse período também já eram utilizadas máscaras de beleza à base de argila (QUIROGA; GUILLOT, 1955).

No século 19, a crescente demanda do mercado por novos cosméticos possibilitou o surgimento e consolidação de indústrias fornecedoras de novas matérias-primas. Assim, no século 20 a indústria cosmética adquiriu modernas tecnologias, nesse período surgiram os produtos cosméticos inovadores com funções multifuncionais e terapêuticas (CIC, 2016).

Em 1938 apenas duas categorias eram reconhecidas: drogas e cosméticos. Em que drogas eram produtos utilizados para aliviar, prevenir ou tratar doenças, requerendo automaticamente do fabricante comprovação de segurança e eficácia

para aprovação do órgão regulamentador dos Estados Unidos da América (EUA), a Food and Drug Administration (FDA). Cosméticos, por sua vez, eram produtos simplesmente destinados ao embelezamento e melhoria da aparência, sem a necessidade de comprovação de segurança e eficácia para serem vendidos no mercado (DRAELOS, 2005).

Atualmente, cosméticos são produtos ou tratamentos aplicados na pele para realçar sua aparência sem afetar sua estrutura e funções. Diferente dos cosméticos, os cosmecêuticos, conhecidos como dermocosméticos, possuem em sua formulação princípios biologicamente ativos que agem de forma profunda nas estruturas da pele com a capacidade de modificar sua função fisiológica (FONSECA; GUERRA; SOBRINHO, 2020).

No Brasil, segundo a definição da RDC nº 7, de 10 de fevereiro de 2015 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), cosméticos são preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado (BRASIL, 2015).

A ANVISA prevê duas classificações para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, sendo grau 1 e grau 2. Em que produtos de grau 1 se caracterizam por possuírem propriedades básicas, cuja comprovação não seja inicialmente necessária e não requeiram informações detalhadas quanto ao seu modo e restrições de uso, devido às características naturais e próprias do produto. Os produtos de grau 2 são os que possuem indicações específicas, cujas características exigem comprovação de segurança e eficácia, bem como

informações de cuidados, modo e restrições de uso. Os critérios para esta classificação foram definidos em função da probabilidade de ocorrência de efeitos colaterais devido ao uso inadequado do produto, finalidade de uso e cuidados a serem observados quanto a sua utilização (BRASIL, 2015).

O termo cosmecêutico foi descrito pela primeira vez em 1961, por Raymond Reed membro fundador da Sociedade Química de Cosméticos dos Estados Unidos da América (EUA). Ele originalmente utilizou o termo para descrever cosméticos ativos. O termo e conceito cosmecêutico foi posteriormente popularizado pelo Dr. Albert M. Kligman (NEWBURGER, 2009).

Nessa época o Dr Albert M. Kligman difundiu os cosmecêuticos como híbridos entre drogas e cosméticos, pois continham em sua formulação ingredientes ativos, ou seja, com propriedades medicinais. Vários sinônimos foram descritos na época, como por exemplo, dermacêuticos, ativos cosméticos e cosméticos funcionais. Posteriormente, os cosmecêuticos foram evidenciados por múltiplos simpósios e seminários pelos EUA (DRAELOS, 2005). Apesar de difundido há muito tempo, o termo “dermocosméticos” ou ainda “cosmecêuticos” não é reconhecido pela ANVISA, FDA e outros órgãos governamentais (FONSECA; GUERRA; SOBRINHO, 2020).

A indústria de cosméticos está em constante crescimento no Brasil, de acordo com a Associação Brasileira de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) o Brasil é o 4º maior mercado consumidor de cosméticos do mundo, atrás de EUA, China e Japão, respectivamente. É 3º mercado no ranking global de países que mais lançam produtos atualmente, atrás de EUA e China. Segundo a ABIHPEC, em 2020 o segmento de cuidados com a pele adulta para mãos, pés e unhas cresceu 143%, produtos de cuidados com a pele do rosto cresceu 19%,

máscaras de tratamento facial tiveram um crescimento de 104% e cuidados com a pele do corpo cresceu 12%. Os dados demonstram que a venda de produtos cosméticos aumentou durante a pandemia, evidenciando a necessidade dos cosméticos agora como uma necessidade básica (ABIHPEC, 2020).

### **3.2 Microalgas**

As microalgas são um grupo de microrganismos fotossintetizantes procarióticos (cianobactérias) e eucarióticos (algas verdadeiras) que apresentam diferentes formas de organização celular: unicelular, colonial ou filamentosa. São geralmente microrganismos unicelulares, gram-negativos, coloridos devido à presença de pigmentos fotossintéticos que vivem em sua maioria, em ambientes aquáticos (TOMASELLI, 1997; OLAIZOLA, 2003). Ocupam a parte inferior da cadeia alimentar nos ecossistemas aquáticos e possuem a capacidade intrínseca de absorver água e gás carbônico que através da luz solar são convertidos em compostos orgânicos complexos que são posteriormente mantidos dentro ou liberados da célula. Esses microrganismos têm uma distribuição mundial e estão bem adaptados a sobreviver sob grandes estresses ambientais, sendo eles, o calor, frio, seca, salinidade, foto-oxidação, anaerobiose, pressão osmótica e exposição aos raios ultravioleta (TANDEAU; HOUMARD, 1993).

As microalgas combinam, de forma equilibrada, algumas propriedades típicas de plantas superiores tais como, fotossíntese oxigenada eficiente e necessidades nutricionais simples, com atributos biotecnológicos próprios de microrganismos, como rápido crescimento e capacidade de acumular ou secretar metabólitos primários e secundários. Esta combinação bastante útil representa a razão básica para sua utilidade na biotecnologia. Além de ser usado como ração para animais

aquáticos e terrestres, seu valor nutricional vai muito além, incluindo o uso como corante na agricultura e suplemento de alta proteína e ácido graxo poli-insaturado na dieta humana. Além do mercado alimentício, o farmacêutico e cosmético também têm se beneficiado dessa gama crescente de produtos de microalgas (PULZ; GROSS, 2004; RICHMOND, 2004).

As principais microalgas produzidas comercialmente são *Chlorella*, *Spirulina* e *Dunaliella*. Na década de 1960 no Japão, iniciou-se o cultivo em escala comercial da *Chlorella*, posteriormente, em 1970 foi estabelecida uma instalação de cultivo de *Spirulina* no Lago Texcoco, México, por Sosa Texcoco S.A. A produção comercial de *Dunaliella* salina como fonte de  $\beta$ -caroteno tornou-se a terceira maior indústria de microalgas quando instalações de produção foram estabelecidas na Austrália, em 1986 pela Western Biotechnology Ltd e Betatene Ltd. Em seguida, essa produção comercial se estendeu aos Estados Unidos e Índia, assim a indústria da biotecnologia de microalgas cresceu e diversificou-se significativamente (SHELEF; SOEDER, 1980; BOROWITZKA, 1999).

### **3.3 *Spirulina (Arthrospira platensis)***

A *Spirulina* é classificada como uma cianobactéria filamentosa de coloração verde-azulada, com tricomas cilíndricos multicelulares que se dispõem em forma de hélice aberta e também na forma de espiral (TOMASELLI, 1997).

As cianobactérias são consideradas o elo evolucionário entre as plantas verdes e as bactérias, sendo conhecidas também como bactérias fotossintetizantes. São organismos procariontes que apresentam estrutura morfológica semelhante à das bactérias e sistema fotossintetizante similar ao das algas, compreendendo,

desta forma, uma grande diversidade de microrganismos com amplas características morfológicas, bioquímicas e fisiológicas (ASHBY; HOUMARD, 2006).

A Spirulina tem recebido grande atenção de pesquisadores, principalmente pelo seu teor proteico e pigmentos de interesse para as indústrias de alimentos, farmacêutica e de cosméticos. Além de apresentar benefícios à saúde humana através de atividades antioxidantes, imunomoduladoras, antibacterianas, antivirais, anticancerígenas, e ação contra desnutrição, obesidade e diabetes (WAN; WU; KUCA, 2016). Os primeiros relatos de sua utilização na alimentação datam da pré-história, quando as tribos de caçadores coletavam massas gelatinosas de algas verde-azuladas e as consumiam cruas ou cozidas como forma de enriquecer suas dietas (RICHMOND, 1986).

No Brasil, a ANVISA permite a comercialização da Spirulina como suplemento alimentar, desde que atendido obrigatoriamente o mínimo de 8,4 gramas de proteínas para adultos, conforme descrito na 7ª edição de cinco de abril de 2021 do Documento de Perguntas e Respostas sobre Suplementos Alimentares (BRASIL, 2021).

Já é sabido que a Spirulina não possui toxicidade, seja esta aguda ou crônica. Os níveis testados durante a análise toxicológica foram mais elevados do que qualquer consumo humano previsto, podendo portanto, ser utilizada com segurança como alimento humano (GUTIÉRREZ; FABILA; CHAMORRO, 2015).

As cianotoxinas produzidas por certas espécies de algas tornaram-se um grande problema de saúde, as mais comuns são as microcistinas (NAMIKOSHI et al., 1993). As microalgas colhidas naturalmente podem estar contaminadas com toxinas de algas, como microcistinas, nodularinas, anatoxinas, saxitoxinas e  $\beta$ -metilamino-L-alanina, de espécies de algas produtoras de toxinas (CARMICHAEL,

1994; COX et al., 2005). Estas cianotoxinas podem ser hepatotóxicas e neurotóxicas (CARMICHAEL, 1994; COX et al., 2005; JOHNSON et al., 2008). No entanto, a Spirulina é reconhecida como uma cianobactéria livre de microcistinas e considerada um alimento seguro e sem efeitos colaterais adversos pelo programa da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (SAMUELS et al., 2002).

Em estudo relacionado à citotoxicidade de Yang et al. (2011) a suplementação com 2,5 e 5% de Spirulina indicaram resultados negativos para microcistinas. Além disso, a suplementação com Spirulina a longo prazo em camundongos não apresentou quaisquer efeitos colaterais adversos evidentes. Portanto, o estudo de Yang et al. comprova que a Spirulina não possui citotoxicidade e apresenta-se como um alimento natural seguro.

### **3.4 Spirulina como Bioativo em Dermocosméticos**

A Spirulina possui em sua composição vitaminas, minerais e pigmentos, como por exemplo, a clorofila, carotenóides e a ficocianina. Devido ao seu elevado teor proteico (60-70%) e conteúdo de aminoácidos essenciais, similares aos recomendados pela Food and Agricultural Organization (FAO) é reconhecido como um alimento de grande potencial nutricional (JIMÉNEZ et al., 2003; PELIZER et al., 2003).

A Spirulina contém diversos ingredientes ativos que apresentam atividades terapêuticas, tais como, os polissacarídeos, os ácidos graxos poli-insaturados, a ficocianina e os carotenóides, que possuem efeitos nutritivos, antioxidante, anti-inflamatório e fortalecimento do sistema imunológico (COHEN, 1999; PULZ; GROSS, 2004).

Na aplicação em cosméticos e dermocosméticos, a Spirulina tem sido estudada principalmente para utilização em produtos antiidade, incluindo hidratantes, antioxidantes e propriedades de vigor da pele e, em segundo lugar, as propriedades antiacne e cicatrizante de feridas (RAGUSA et al., 2021). A relevância terapêutica de certos carotenóides se deve à sua capacidade para atuar como pró-vitamina A, ou seja, podem ser convertidos em vitamina A. Além disso, os carotenóides possuem capacidade de pigmentação e propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes (SPOLAORE et al., 2006).

O extrato de Spirulina, composto por ácidos graxos, como o ácido linolênico, tem a capacidade de agir na estrutura da pele, fazendo com que esta se mantenha hidratada, apresentando assim uma atividade antiidade, além de melhorar a aparência da pele oleosa (DELSIN et al., 2015). Páez (2014) elaborou um creme anti-envelhecimento à base de extrato de Spirulina e também verificou um efeito hidratante significativo. Demonstrando ser um excelente ativo natural como alternativa aos antioxidantes sintéticos em preparações cosméticas, devido ao seu alto teor de proteínas, vitaminas, minerais e presença de agentes antioxidantes como a ficocianina e os carotenóides. Já se é sabido da capacidade antimicrobiana e antiinflamatória da Spirulina, confirmando sua ação antiacne, acredita-se que essa ação esteja associada às ficocianinas (NIHAL et al., 2018).

Outra aplicação da Spirulina está associada a sua atividade antioxidante que leva a diminuição da hiperpigmentação da pele e a protege contra danos induzidos pelo Sol, como por exemplo, o fotoenvelhecimento. Por esse motivo, pode ser adicionada em filtros solares (SOUZA; CAMPOS, 2017). Também já se sabe da capacidade que compostos presentes na Spirulina são capazes de inibir in vitro a tirosinase, que está diretamente relacionada com a produção de melanina e como

consequência, na causa do melasma, sendo a Spirulina uma futura opção de hipopigmentador (SAHIN, 2018).

Diaz et al. (2005) avaliou a adição de Spirulina em um creme de massagem que foi avaliado durante 18 meses do ponto de vista tecnológico, microbiológico e toxicológico. A formulação revelou-se estável durante o período de teste e o estudo toxicológico desenvolvido, demonstrou que não houve irritabilidade dérmica do cosmético. Por fim, as avaliações dos voluntários do produto piloto revelaram-se satisfatórias.

O desenvolvimento de formulações dermocosméticas inovadoras vem sendo explorado progressivamente. Neste cenário, a pesquisa de eficácia clínica de formulações contendo Spirulina de autoria de MELO (2019), “Avaliação das características hidrolipídicas da pele madura e desenvolvimento e eficácia clínica de formulações dermocosméticas multifuncionais à base de algas” apresenta resultados promissores. Os dados do estudo em questão, em longo prazo demonstram melhora significativa na pele nos parâmetros relacionados ao microrrelevo, poros largos, ecogenicidade e oleosidade da pele. Em curto prazo, o estudo demonstrou redução de rugas e brilho, e um aumento das papilas dérmicas. Portanto, a formulação desenvolvida no estudo comprovou eficácia clínica em curto e longo prazo no equilíbrio hidrolipídico e melhora das alterações cutâneas relacionadas ao envelhecimento (MELO, 2019).

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

É possível observar um crescente interesse em compostos bioativos naturais, incluindo os provenientes de microalgas. Neste contexto, a Spirulina é uma das microalgas mais estudadas devido a ter seu potencial nutricional e sua toxicidade já conhecida, além da sua versatilidade em diversas indústrias. Assim, chamando a atenção de setores industriais voltados para os cosméticos, que passaram a aplicar grande investimento financeiro para pesquisas voltadas ao desenvolvimento de novas tecnologias, que permitiram o aperfeiçoamento, inovação e busca de novos compostos, como por exemplo, os compostos biotecnológicos.

Desta forma, o presente estudo evidencia algumas das aplicabilidades da Spirulina em produtos dermocosméticos, havendo a necessidade de novas pesquisas, principalmente no que se refere à viabilidade econômica e aplicações biotecnológicas.

## 5. REFERÊNCIAS

ABIHPEC. **Setor cosmético e pandemia: os desafios de hoje e de amanhã.**

ABIHPEC - Associação Brasileira de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://abihpec.org.br/setor-cosmetico-e-pandemia-os-desafios-de-hoje-e-de-amanha/>. Acesso em: 11 out. 2021.

ASHBY, M. K.; HOUMARD, J. **Cyanobacterial two-component proteins:**

**structure, diversity, distribution, and evolution.** Microbiology and molecular biology reviews, n. 2, v. 70, p. 472-509, 2006. DOI: 10.1128/MMBR.00046-05.

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1489541/>. Acesso em: 07 jun. 2021.

BOROWITZKA, M. A. **Commercial production of microalgae: ponds, tanks, and fermenters.** Progress in Industrial Microbiology: Elsevier, v. 35, p. 313-321, 1999.

DOI: 10.1016/S0079-6352(99)80123-4. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168165699000838?via%3Dihub>. Acesso em: 16 out. 2021.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** RDC nº 07, de 10 de fevereiro de 2015. Diário Oficial da União, Brasília, 2015. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2867685/%284%29RDC\\_07\\_2015\\_COMP.pdf/83b9a8ef-0934-49f6-a111-b37f12de3b3f](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2867685/%284%29RDC_07_2015_COMP.pdf/83b9a8ef-0934-49f6-a111-b37f12de3b3f). Acesso em: 07 jun. 2021.

BRASIL. **Suplementos alimentares.** ANVISA - Agência Nacional de Vigilância

Sanitária, 7 ed, Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/centrais-deconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas/suplementos-alimentares.pdf/view>. Acesso em: 07 set. 2021.

CARMICHAEL, W. W. **The toxins of cyanobacteria.** Scientific American, n. 1, v. 270, p. 78-86, 1994. DOI: 10.1038/scientificamerican0194-78. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/14913955\\_The\\_Toxins\\_of\\_Cyanobacteria](https://www.researchgate.net/publication/14913955_The_Toxins_of_Cyanobacteria). Acesso em: 02 out. 2021.

CIC. **Indústria de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes**. CIC - Comissão da Indústria Cosmética do CRF/PR, 2 ed, Curitiba, 2016. Disponível em: [https://www.crfpr.org.br/uploads/paginadinamica/25872/Guia\\_Industria\\_de\\_Produtos\\_de\\_Higiene\\_Pessoal\\_Cosmeticos\\_e\\_Perfumes.pdf](https://www.crfpr.org.br/uploads/paginadinamica/25872/Guia_Industria_de_Produtos_de_Higiene_Pessoal_Cosmeticos_e_Perfumes.pdf). Acesso em: 08 ago. 2021.

COHEN Z. **Chemicals from microalgae**. Taylor & Francis, London, p. 419, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781482295306>.

COSTA, J. A. V. et al. **Operational and economic aspects of Spirulina-based biorefinery**. Bioresource Technology, v. 292, 2019. DOI: 10.1016/j.biortech.2019.121946.

COX, P. A. et al. **Diverse taxa of cyanobacteria produce beta-N-methylamino-L-alanine, a neurotoxic amino acid**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 102, 2005. DOI: 10.1073/pnas.0501526102. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC555964/>. Acesso em: 12 set. 2021.

DELSIN, S. D. et al. **Clinical Efficacy of Dermocosmetic Formulations Containing Spirulina Extract on Young and Mature Skin: Effects on the Skin Hydrolipidic Barrier and Structural Properties**. Clin Pharmacol Biopharm, São Paulo, 2015. DOI: 10.4172/2167-065X.1000144. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4172/2167-065X.1000144>. Acesso em: 25 out. 2021.

DIAZ, I. A. et al. **Diseño de una crema para masajes con extracto de spirulina cubana**. Rev Cubana Farm, Ciudad de la Habana, n. 3, v. 39, 2005. Disponível em: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152005000300008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152005000300008&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 11 de out 2021.

DRAELOS, Z. D. **Cosmecêuticos**. Elsevier, 1 ed., Rio de Janeiro, p. 227, 2005.

FONSECA, A. F. S.; GUERRA, M. N. A.; SOBRINHO, H. M. R. **Uso de cosmecêuticos no rejuvenescimento facial**. Revista educação em saúde, v. 8, p. 219-233, Goiânia, 2020. DOI: <https://doi.org/10.29237/2358-9868.2020v8i1>. Disponível em: [http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/educacao\\_emsaude/article/view/4451/3268](http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/educacao_emsaude/article/view/4451/3268). Acesso em: 30 jul. 2021.

GUTIÉRREZ, S. G.; FABILA, C. L.; CHAMORRO, C. G. **Nutritional and toxicological aspects of Spirulina (Arthrospira)**. *Nutrición Hospitalaria*, 2015. DOI: 10.3305/nh.2015.32.1.9001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26262693/>. Acesso em: 11 set. 2021.

JIANG, L. et al. **Phycocyanin: A Potential Drug for Cancer Treatment**. *Journal of Cancer*, v. 8, 2017. DOI: 10.7150/jca.21058. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5687155/>. Acesso em: 16 out. 2021.

JIMÉNEZ, C. et al. **The feasibility of industrial production of Spirulina (Arthrospira) in southern Spain**. *Aquaculture*, v. 217, p. 179-190, 2003. Disponível em: <http://atarazanas.sci.uma.es/docs/articulos/1664380x.pdf>. Acesso em: 16 out. 2021.

JOHNSON, H. E. et al. **Cyanobacteria (Nostoc commune) used as a dietary item in the Peruvian highlands produce the neurotoxic amino acid BMAA**. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 118, 2008. DOI: 10.1016/j.jep.2008.04.008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874108001888?via%3Dihub>. Acesso em: 12 set. 2021.

MELO, M. O. **Avaliação das características hidrolipídicas da pele madura e desenvolvimento e eficácia clínica de formulações dermocosméticas multifuncionais a base de algas**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo - USP, 2019.

NAMIKOSHI, M. et al. **Chemical characterization and toxicity of dihydro derivatives of nodularin and microcystin-LR, potent cyanobacterial cyclic peptide hepatotoxins**. *Chem Res Toxicol*, 1993. DOI: 10.1021/tx00032a003. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/tx00032a003>. Acesso em: 12 set. 2021.

NEWBURGER, A. E. **Cosmeceuticals: myths and misconceptions**. *Clin Dermatol*. 2009. DOI: 10.1016/j.clindermatol.2009.05.008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19695475/>. Acesso em: 24 jun. 2021.

NIHAL, B. et al. **Formulation and development of topical anti acne formulation of spirulina extract**. International Journal of Applied Pharmaceutics, n. 6, v. 10, p. 229-233, 2018. DOI: 10.22159/ijap.2018v10i6.26334. Disponível em: <https://innovareacademics.in/journals/index.php/ijap/article/view/26334>. Acesso em: 25 out. 2021.

OLAIZOLA, M. **Commercial development of microalgal biotechnology: from the test tube to the marketplace**. Biomolecular Engineering, 2003.

PÁEZ, A. M. M. **Elaboración de una crema anti envejecimiento a base de extracto de Espirulina (Arthrospira Platensis) cultivada en el Valle de los Chillos del distrito metropolitano de Quito**. Tese de Doutorado. UNIBE. 2014. Disponível em: <http://repositorio.unibe.edu.ec/handle/123456789/43>. Acesso em: 11 out. 2021.

PELIZER, L. H. et al. **Influence of inoculum age and concentration in Spirulina platensis cultivation**. Journal of Food Engineering, v. 56, p. 371-375, 2003. Disponível em: [https://www.academia.edu/26673560/Influence\\_of\\_inoculum\\_age\\_and\\_concentration\\_in\\_Spirulina\\_platensis\\_cultivation](https://www.academia.edu/26673560/Influence_of_inoculum_age_and_concentration_in_Spirulina_platensis_cultivation). Acesso em: 25 out. 2021.

PMR. **Global Market Study on Spirulina: Powder Product Form Segment Anticipated to Dominate the Global Market in Terms of both Value and Volume during 2016–2026**. PMR - Persistence Market Research, New York, 2017. Disponível em: <https://www.persistencemarketresearch.com/mediarelease/spirulina-market.asp>. Acesso em: 25 out. 2021.

PULZ, O.; GROSS, W. **Valuable products from biotechnology of microalgae**. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2004. DOI: 10.1007/s00253-004-1647-x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15300417/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

QUIROGA, M. I.; GUILLOT, C. F. **Dermatologia Cosmética, Clínica y Terapêutica**. El Ateneo, Buenos Aires, 1955.

RAGUSA, I. et al. **Spirulina for Skin Care: A Bright Blue Future**. *Cosmetics*, v. 8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/cosmetics8010007>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-9284/8/1/7/htm>. Acesso em: 25 out. 2021.

RICHMOND, A. **Handbook of microalgal mass culture (1986)**. CRC Press, 2017.

RICHMOND, A. **Handbook of Microalgal Culture, Biotechnology and Applied Phycology**. Blackwell Science: Oxford, Reino Unido, 2004.

ROMAY C.; LEDÓN N.; GONZÁLEZ R. **Further studies on anti-inflammatory activity of phycocyanin in some animal models of inflammation**. *Inflammation Research*, p. 334-338, 1998. DOI: 10.1007/s000110050338. PMID: 9754867. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9754867/>. Acesso em: 14 out. 2021.

SAHIN, S. C. **The potential of Arthrospira platensis extract as a tyrosinase inhibitor for pharmaceutical or cosmetic applications**. *South African Journal of Botany*, v. 119, p. 236-243, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.09.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629918300620?via%3Dihub>. Acesso em: 25 out. 2021.

SAMUELS, R. et al. **Hypocholesterolemic effect of spirulina in patients with hyperlipidemic nephrotic syndrome**. *Journal of Medicinal Food*, 2 ed., v. 5, 2002. DOI: 10.1089/109662002760178177. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/109662002760178177>. Acesso em: 12 set. 2021.

SHELEF, G.; SOEDER, C. J. **Algae Biomass: production and use**. North Holland Biomedical: Elsevier, Amsterdam, p. 852, 1980.

SOUZA, C.; CAMPOS, P. M. B. G. M. **Development and Photoprotective Effect of a Sunscreen Containing the Antioxidants Spirulina and Dimethylmethoxy Chromanol on Sun-Induced Skin Damage**. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 104, p. 52-64, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928098717301604?via%3Dihub>. Acesso em: 25 out. 2021.

SPOLAORE, P. et al. **Commercial applications of microalgae**. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 101, p. 87-96, 2006. DOI: 10.1263/jbb.101.87. PMID: 16569602. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16569602/>. Acesso em: 16 out. 2021.

TANDEAU N. M.; HOUMARD, J. **Adaptation of cyanobacteria to environmental stimuli: new steps towards molecular mechanisms**. FEMS Microbiology Reviews, v. 10, p. 119-189, 1993. Disponível em: <https://academic.oup.com/femsre/article/10/1-2/119/525648>. Acesso em: 29 ago. 2021.

TOMASELLI, L. **Morphology, ultrastructure and taxonomy of Arthrospira (Spirulina)**. In: VONSHAK, A. Spirulina platensis (Arthrospira). Physiology, cell-biology and biotechnology. London: Taylor & Francis, 1997.

WAN, D.; WU, Q.; KUCA, K. **Spirulina**. In: Nutraceuticals, p. 569-583, 2016.

YANG, Y. et al. **In vitro and in vivo safety assessment of edible blue-green algae, Nostoc commune var. sphaeroides Kützing and Spirulina plantensis**. Food and Chemical Toxicology, 7 ed., v. 49, 2011. DOI: 10.1016/j.fct.2011.03.052. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3107672/>. Acesso em: 07 set. 2021.