

**POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DA MICROALGA *Spirulina* spp.  
BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL OF MICROALGA *Spirulina* spp.**

**Cíntia Guarienti<sup>1</sup>, Eléia Righi<sup>2</sup>**

**RESUMO**

A *Spirulina* é uma cianobactéria que foi considerada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como o melhor alimento saudável do século 21. Apresenta composição rica em macro e micronutrientes que podem variar, em quantidade e qualidade, de acordo com as condições de cultivo. Dentre os principais componentes destacam-se o teor de proteínas e a presença de compostos bioativos, como a ficocianina. Pode ser utilizada nas mais diversas aplicações comerciais (alimentação, indústria farmacêutica e cosmética, produção de biocombustíveis), devido a sua elevada potencialidade tecnológica. O objetivo deste trabalho foi mapear os estudos sobre *Spirulina*, no intuito de reconhecer os principais temas estudados e traçar considerações que reforcem a potencialidade biotecnológica desta microalga. O estudo desenvolveu-se através de uma análise bibliométrica a partir de uma pesquisa de artigos revisados por pares no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e, posteriormente, foi realizada a escolha de algumas métricas para análise. Como resultado foram obtidas informações sobre número de artigos, idioma, período de publicação, principais periódicos e seus países de localização, fator de impacto, além dos temas servirem como base para escolha de tópicos que foram desenvolvidos de forma genérica. Este trabalho constitui-se em uma referência para uso na ciência, trazendo informações sobre as publicações científicas e, também, para o setor industrial, demonstrando a versatilidade biotecnologia que a *Spirulina* apresenta. Importante destacar que fomentos governamentais e uma aproximação da academia com a indústria são ferramentas ainda pouco exploradas e que limitam a expansão de novas tecnologias.

**Palavras-chave:** cianobactéria, cultivo, valor nutricional, compostos bioativos, fator de impacto

**ABSTRACT**

*Spirulina* is a cyanobacterium that was considered by the World Health Organization (WHO) as the best healthy food of the 21st century. It has a rich composition in macro and micronutrients that can vary in quantity and quality, according to the growing conditions. Among the main components, the protein content and the presence of bioactive compounds, such as phycocyanin, stand out. It can be used in the most diverse commercial applications (food, pharmaceutical and cosmetic industry, biofuel production), due to its high technological potential. The objective of this work was to map the studies on *Spirulina*, in order to recognize the main themes studied and outline considerations that reinforce the biotechnological potential of this microalgae. The study was developed through a bibliometric analysis based on a search of peer-reviewed articles on the Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) and, later, some metrics were chosen for analysis. As a result, information was obtained on the number of articles, language, period of publication, main journals and their countries of location, impact factor, in addition to the themes serving as a

---

<sup>1</sup> Doutora, professora Adjunta do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - *campus* Santo Augusto; Pós-graduanda do curso de Especialização em Inovação e Tecnologia para Alimentos e Bebidas da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Caxias do Sul, RS. E-mail: cintia-guarienti@uergs.edu.br;

<sup>2</sup> Doutora, professora Adjunta da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). Endereço: Avenida Júlio de Castilhos, 3947 - Bairro Cinquentenário - Caxias do Sul - RS - Cep 95010-005. E-mail: eleia-righi@uergs.edu.br;

basis for choosing topics that were developed in a generic way. This work constitutes a reference for use in science, bringing information about scientific publications and also for the industrial sector, demonstrating the biotechnology versatility that *Spirulina* presents. It is important to point out that government incentives and a rapprochement between academia and industry are still underexplored tools that limit the expansion of new technologies.

**Keywords:** cyanobacteria, cultivation, nutritional value, bioactive compounds, impact factor

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos de forma convencional tem demonstrado fragilidade e indica que a oferta será insuficiente para atender a demanda populacional. Por este motivo, uma opção estudada é a utilização de fontes alternativas de nutrientes e compostos bioativos, que sejam desenvolvidos com base na sustentabilidade ambiental e na viabilidade econômica (De Jesus *et al.*, 2018), além de acompanharem a tendência por alimentos ligados à saudabilidade.

Os microrganismos, como cianobactérias e microalgas, têm um elevado potencial biotecnológico em função da diversidade de substâncias que podem sintetizar e da variabilidade que a biomassa pode apresentar em sua composição bioquímica. De Jesus *et al.* (2019) citam como exemplo de moléculas de alto valor, que intensificam o interesse por microalgas, os ácidos graxos, pigmentos, aminoácidos, peptídeos e polissacarídeos. A exploração comercial destes microrganismos pode ser realizada em setores diversos, desde a alimentação animal, produtos farmacêuticos e na área alimentícia humana (Soni *et al.*, 2019).

Em relação ao cultivo as microalgas apresentam maiores taxas de produção durante todo o ano quando comparado com plantas terrestres (Japar, 2021) e são microrganismos fotossintéticos que representam uma fonte de energia promissora por serem renováveis e sintetizadores de CO<sub>2</sub> (Soni *et al.* 2019). As microalgas fotossintetizantes são organismos que já existem a 3,5 bilhões de anos e fornecem mais de 40 % da produção de biomassa primária e biofixação de CO<sub>2</sub> em todo o mundo, sendo interessante já que há uma crescente preocupação com o aquecimento global e uma busca por tecnologias para mitigar a geração desse gás (Wang *et al.*, 2019). Considerando que o Brasil é um país com luz solar abundante em determinadas regiões, percebe-se que há potencial para criação de mercados para produtos de microalgas (De Jesus *et al.*, 2018). Além disso, o uso de iluminação artificial também é uma estratégia que pode ser utilizada, aplicando o cultivo com fotoperíodos. Na busca por acumular mais compostos desejáveis ou favorecer um determinado componente na célula da microalga e, também, aumentar a produtividade da biomassa, têm sido estudadas diferentes estratégias de cultivo (Li *et al.*, 2018), como por exemplo, cultivos com restrições nutricionais no meio que podem promover alteração na composição celular, promovendo aumento no teor de carboidratos; ou a

forma operacional de cultivo para uso na alimentação humana, sendo mais adequado o uso de biorreatores fechados em função do maior controle sanitário, visto que, estes ficam mais protegidos de contaminações do ambiente externo.

A *Spirulina* é uma cianobactéria de coloração azul-esverdeada, filamentosa e que recebeu atenção considerável nos setores de saúde e de alimentação (Soni *et al.*, 2019) sendo, inclusive, nomeada o melhor alimento saudável do século 21 pela Organização Mundial da Saúde (Liu *et al.*, 2016). Em relação a sua composição bioquímica podemos destacar a presença de elevados índices de proteína com boa qualidade aminoacídica, diferentes vitaminas e minerais, ácido gama-linolênico e pigmentos como ficocianina, clorofila e carotenóides. A *Spirulina* é cultivada em meio líquido, em biorreatores que podem ser abertos ou fechados. Quando fechados precisam ser de material que permita a entrada de luz para realização da fotossíntese. A biomassa é separada do meio líquido, em geral por processo de filtração e, posteriormente, submetida ao processo de secagem.

A procura por conhecimento em determinado tema perpassa pela busca de informações confiáveis. No meio acadêmico a confiabilidade vem através de publicações científicas de alta qualidade e uma ferramenta utilizada pelos programas de pós graduação no Brasil para localizá-las é o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O acervo digital, multidisciplinar, conta com mais de 49 mil periódicos com textos completos e 455 bases de dados (Capes, 2023). De acordo com a Capes (2023) “o Portal de Periódicos propicia o desenvolvimento tecnológico e a inovação no País por contribuir com o crescimento da produção científica nacional e a inserção, cada vez maior, da ciência brasileira no exterior”. Um estudo realizado em 2018, avaliando teses de doutorado da Universidade Federal de Santa Catarina considerou que o acervo do Portal é o principal meio de acesso à informação científica no Brasil (Do Canto & Pinto, 2018).

O amplo número de publicações, porém, pode representar uma dificuldade para quem procura a informação, portanto, a busca de forma sistematizada e com refino quantitativo e qualitativo representa uma importante ferramenta de colaboração. Quando se deseja verificar características de publicações sobre um assunto específico, como quantidades, periódicos, anos de publicação, fator de impacto, dentre outros, pode-se realizar uma análise bibliométrica dos dados.

Por este motivo, este trabalho busca apresentar métricas provenientes de uma análise bibliométrica e trazer considerações sobre a composição, os benefícios à saúde e estudos de cultivo relacionados a *Spirulina*, no intuito de reforçar sua potencialidade biotecnológica.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método bibliométrico de organização e busca é o utilizado para o estudo proposto, trazendo o apanhado de publicação sobre o tema “*Spirulina*” de toda a série histórica do Portal de Periódicos CAPES até o dia da pesquisa, 31/01/2023. Não foram utilizadas bases de dados específicas buscando então abranger publicações de diferentes áreas de estudo.

A contribuição do estudo também busca se apoiar na geração de *clusters* de palavras-chave, com a utilização do *software Word Cloud*, tornando possível visualizar e traçar análises da lista de trabalhos resultantes da busca desenvolvida para este documento.

Para trazer a discussão do tema foram utilizados os seguintes parâmetros: Palavra-chave: “*Spirulina*”; Filtro 01: Periódicos revisados por pares; Anos: do início da série até 2023; Dia da pesquisa: 31/01/2023 (Figura 01).



Figura 01: Interface do Portal de Periódicos CAPES.

Para a análise inicial foram identificados o idioma, o assunto e os principais periódicos de publicação. Posteriormente, utilizou-se o comando de “Ordenar por Relevância” e foram selecionados os 50 primeiros artigos, na ordem da própria página dos Periódicos Capes, para análises mais detalhadas.

A análise foi baseada na identificação do ano de publicação, número de autores envolvidos, país de origem do periódico e fator de impacto (FI). Para a análise do fator de impacto foi utilizada a base de dados *Journal Citation Reports™* (JCR), considerando o ano de publicação e a última avaliação disponível (referente ao ano de 2021). Também foi identificado o assunto principal dos estudos no intuito de sinalizar as abordagens mais relevantes no cenário científico.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação resultou em 8.114 documentos encontrados, sendo a primeira publicação do ano de 1940 e as últimas, contabilizando 110 artigos, de 2023. Os cinco principais assuntos que foram sinalizados pelo Portal foram: *Science & Technology*, *Life Science & Biomedicine*, *Spirulina*, *Spirulina platenis* e *Technology*.

Na Figura 02 é possível observar a predominância do idioma inglês nas publicações (cerca de 95%), sendo português o segundo idioma, com aproximadamente 2,5 %. Dentre os cinco idiomas de maior incidência ainda estão espanhol, japonês e russo, mas com porcentagens inferiores a 1 % cada.

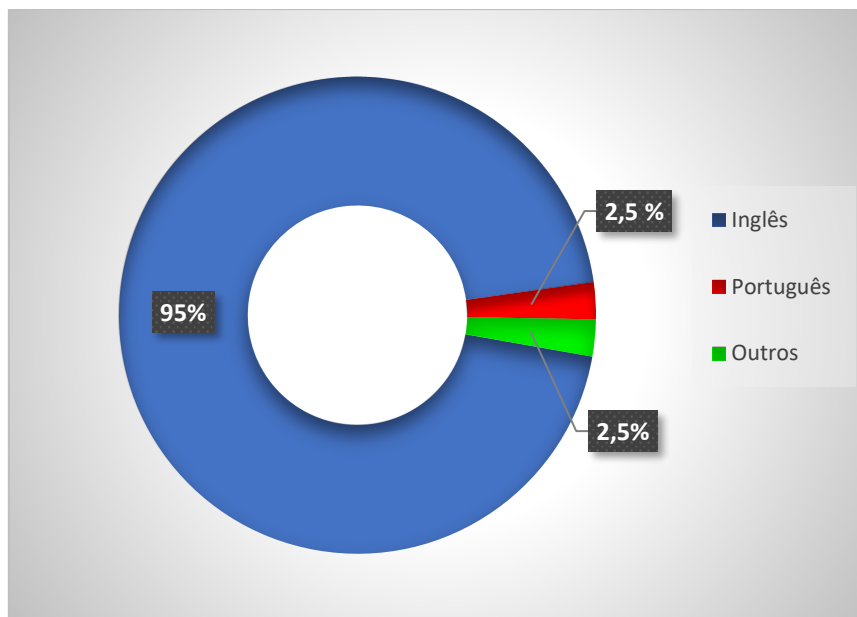


Figura 02: Principais idiomas das publicações sobre *Spirulina*.

O fato de o idioma inglês ter sido majoritário nas publicações é um fato coerente com as expectativas, visto que, é o idioma mais falado no mundo, principalmente por ser extensivamente utilizada para o trabalho e o turismo. Este fato faz com que muitas pessoas sejam bilíngues, falando sua língua nativa e inglês. Portanto, publicações em língua inglesa permitem alcançar um maior número de leitores e, conseqüentemente, maior difusão da pesquisa.

A lista dos 10 periódicos que tiveram maior número de publicações encontra-se na Figura 03, com os devidos números de artigos publicados em cada um. Observa-se uma predominância dos periódicos *Bioresource Technology* (FI = 11,889) e *Journal of Applied Phycology* (FI = 3,404), com valores mais próximos a 300 publicações, seguidos por *Algal Research* (FI = 5,276) com menos de 200 e os demais abaixo de 100 publicações. Os três periódicos com maior número de publicações são dos Países Baixos.

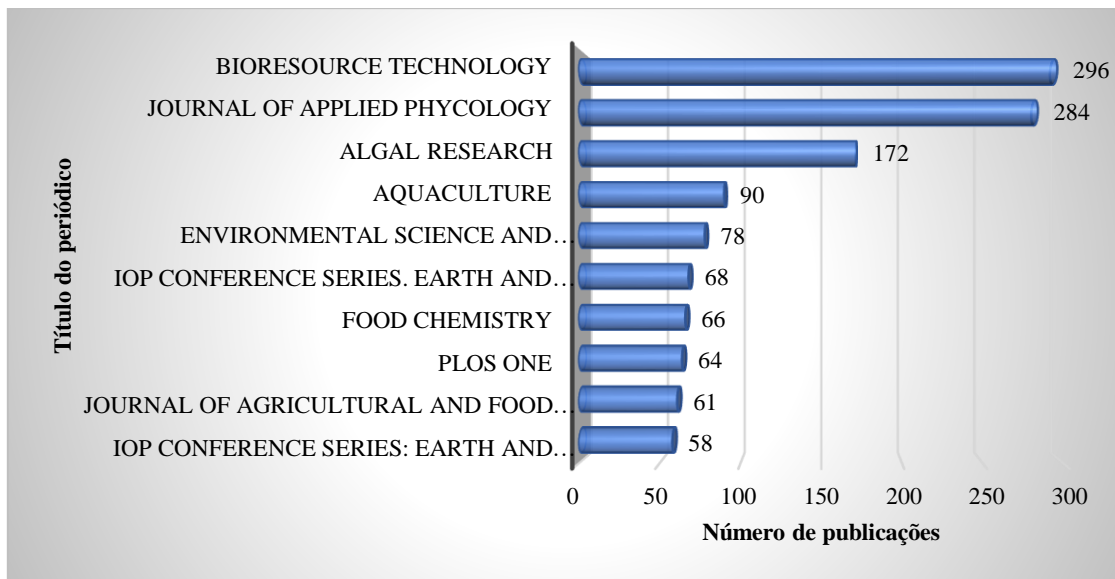


Figura 03: Principais periódicos com maior número de publicações sobre *Spirulina*.

A ordenação dos artigos por relevância, considerando os cinquenta primeiros resultados, deu origem a Figura 04, que destaca o número de publicações por ano. O artigo mais antigo que apareceu nesta lista foi publicado em 2009 e o mais recente é de 2023. Observa-se que houve uma crescente de publicações sobre o tema de 2015 até 2018, quando iniciou um pequeno decréscimo até 2021 e um novo aumento em 2022.

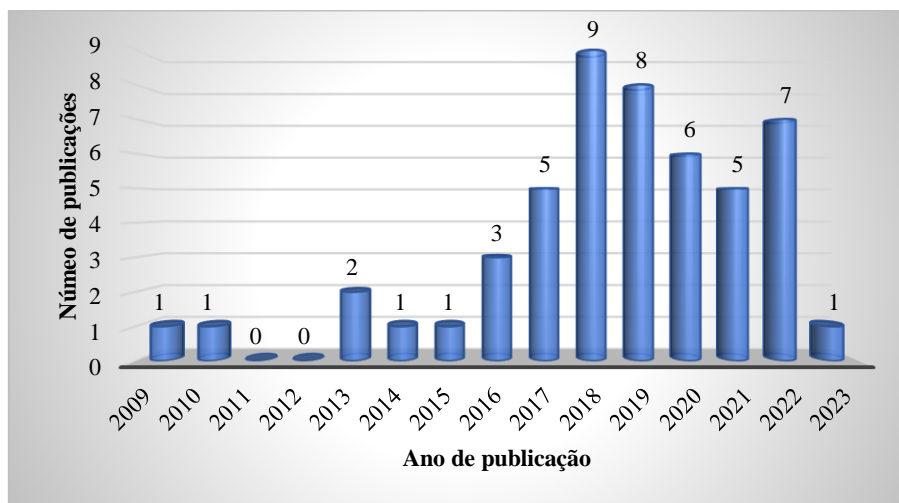


Figura 04: Quantidade das 50 publicações mais relevantes por ano.

Em relação ao número de autores envolvidos em cada publicação, foram encontrados o mínimo de 1 e o máximo de 12 autores, sendo um valor médio de  $5,18 \pm 2,775$  autores por publicação. A Figura 05, apresenta os países dos periódicos com seus respectivos números de publicações e porcentagens. O país com maior número de publicações é a Inglaterra (21), seguido por Estados Unidos da América (EUA) (10) e Países Baixos (10). Cabe salientar que

isso não se refere ao local de afiliação dos pesquisadores ou das pesquisas desenvolvidas, mas sim dos periódicos que foram escolhidos para divulgar o trabalho.

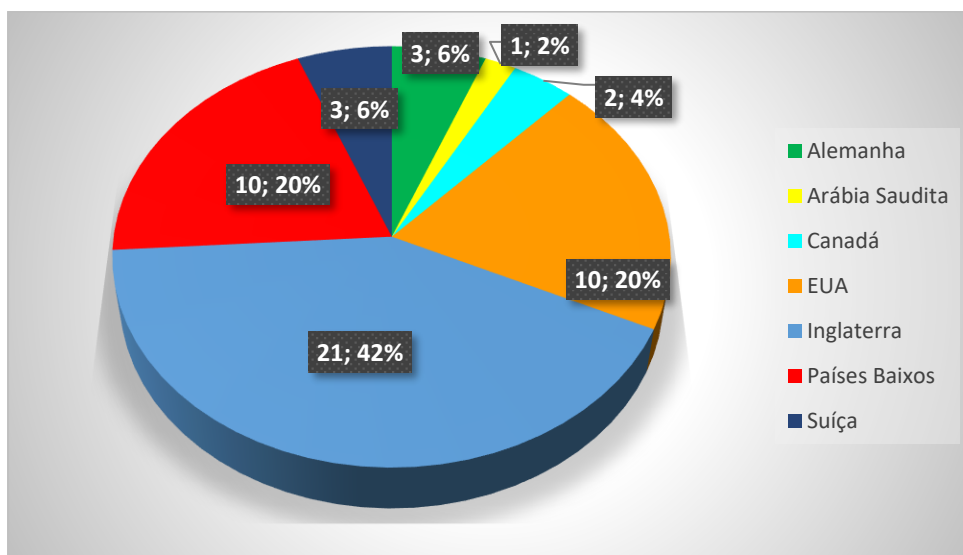


Figura 05: Número e porcentagem de publicações por país.

A análise dos fatores de impacto encontra-se na Tabela 01, sendo que quatro periódicos não foram localizados na base de dados JCR e não constam na listagem (*Dalhousie Review*, *The Science of the Total Environment*, *Environmental Science and Pollution Research International* e *Southerly*). O fator de impacto é um bom indicativo para qualificar as publicações, sendo quantificado através da relação entre o número de citações recebidas no ano do cálculo do FI e a quantidade de artigos publicados nos dois anos anteriores ao cálculo (biênio).

Pode-se dizer que é uma medida da importância das publicações científicas com base no número de citações que ela recebe. O periódico de maior FI desta listagem obteve valor de 112,288, sendo que o segundo melhor índice é de 19,924, uma grande discrepância. Em relação ao de menor FI temos o valor de 1,221 na data da publicação e 1,817 em 2021.

De maneira geral, observa-se que as revistas pesquisadas apresentaram manutenção ou aumento nos valores de FI ao longo do tempo. Se pesquisarmos os FI menores que 2, por exemplo, vamos encontrar 6 periódicos no ano da publicação e apenas 1 no ano de 2021. O FI médio das revistas considerando o ano da publicação foi de  $7,452 \pm 16,320$ , já para o ano de 2021 foi de  $9,342 \pm 16,253$ . O desvio padrão está elevado em função do valor discrepante de 112,288, portanto, ao calcular novamente a média do FI, ignorando este valor, obtiveram-se os valores médios de FI de  $5,070 \pm 3,336$  e  $7,003 \pm 4,271$ , respectivamente.





2019). Sua utilização na alimentação e na área da saúde, humana e animal, ganha destaque por seu valor nutricional e por seus compostos bioativos. Montalvo *et al.* (2020), destacam alguns motivos do grande interesse na utilização desta microalga: ser considerada GRAS (*Generally Recognised as Safe*); apresentar uma elevada concentração de proteínas e o seu conhecido histórico de uso como suplemento e agente nutracêutico.



Figura 07: Microalga *Spirulina* vista em microscópio óptico (100X).  
Fonte: (Guarienti, 2018).

A *Spirulina* é amplamente reconhecida por ser um produto nutritivo, não ser considerada tóxica, apresentar em sua composição uma variedade de macro e micronutrientes importantes do ponto de vista nutricional, sendo considerado um suplemento energético e saudável (Soni *et al.*, 2019).

O Quadro 01 apresenta as médias de composição centesimal, teor de aminoácidos e de minerais presentes na *Spirulina*, que podem demonstrar seu potencial alimentício.

Além de destacar este valor nutritivo, pela presença de proteínas de alta qualidade, carboidratos, lipídios, vitaminas e minerais, que apresentam potencial para auxiliar na erradicação da desnutrição, também pode ser considerada uma das melhores fontes de matéria-prima renovável, comercialmente importante para produção de outros metabólitos de alto valor (Mehar *et al.*, 2019).

Existem muitos componentes da *Spirulina* que são estudados por seu potencial bioativo. As vitaminas e minerais, por exemplo, apresentam reconhecidos, e amplamente divulgados, benefícios à saúde, mas dentre os constituintes da cianobactéria *Spirulina*, também recebem destaques os pigmentos, principalmente a ficocianina. A ficocianina é um pigmento de coloração azul, que representa de 15 a 25 % do peso seco da biomassa e apresenta reconhecida atuação na saudabilidade, principalmente relacionada a sua atividade antioxidante. Além disso, a ficocianina pode ser utilizada como corante alimentício natural.

No Quadro 02, estão apresentados estudos clínicos que demonstram os efeitos hipolemiantes e antioxidantes decorrentes da ingestão de *Spirulina* e que servem para demonstrar sua potencialidade como um alimento funcional.

### **3.2 Cultivo da *Spirulina***

A *Spirulina* tem diferentes exigências em relação ao seu cultivo, como a disponibilidade de nutrientes, a temperatura, a luz e o pH (Soni *et al.*, 2019) e estes fatores também podem afetar a composição bioquímica e a produção de pigmentos na biomassa (Japar *et al.*, 2019). Na busca por aumentar a produtividade e diminuir custos de produção inúmeros estudos relacionados ao seu cultivo têm sido realizados.

O cultivo de microalgas e cianobactérias é feito em meio líquido portanto, é alta a demanda de água durante a produção e, por isso, se busca o uso de águas residuais, água salgada e salobra e até o reaproveitamento do meio de cultura (Andrade *et al.*, 2019). O uso da *Spirulina* no tratamento de efluentes de águas residuais, por exemplo, tem recebido interesse em função da tolerância que a mesma apresenta para uma extensa variedade de fontes de nutrientes (Japar *et al.*, 2021). Han *et al.* (2021) estudaram o potencial de utilização do efluente da produção de milho de soja no cultivo de biomassa de valor agregado. O estudo buscou a reciclagem de nutrientes das águas residuais, principalmente nitrogênio, fósforo e carbono orgânico, visto que, o efluente é oriundo de processamento de alimento. De acordo com Lim *et al.* (2021) é importante concentrar as pesquisas no desenvolvimento de meios de culturas alternativos de baixo custo, em detrimento dos meios de cultura com produtos químicos, que ainda representam um alto custo e impacto ambiental. Neste sentido também destacam o uso de águas residuais e, além dos nutrientes já mencionados anteriormente neste texto, consideram a presença de bactérias que podem fornecer dióxido de carbono para o crescimento e absorver o oxigênio produzido a partir da *Spirulina*, tornando o processo cíclico em relação a estes gases.

O cultivo da *Spirulina* utilizando CO<sub>2</sub> presente na atmosfera pode ser um importante aliado e foi uma das motivações do estudo conduzido por Mehar *et al.* (2019), que consistiu em avaliar diferentes valores de pH mantidos através de alimentação automática de CO<sub>2</sub> em concentração e vazão definidas. O projeto consistiu em um sistema de automação para o cultivo de *Spirulina*, em que o CO<sub>2</sub> foi utilizado como substituto de NaHCO<sub>3</sub> (utilizado corriqueiramente nos cultivos) e regulador de pH. Os resultados demonstraram que o sistema de automação pode ser ampliado para outras microalgas e que, em relação ao cultivo em

questão, o pH de 8,5 foi o que apresentou melhores resultados de produtividade de biomassa, teor de proteínas, ficocianina e cinzas.

O principal meio de cultivo utilizado para o crescimento de *Spirulina* é o meio chamado *Zarrouk*, cuja composição encontra-se no Quadro 03. Cardoso *et al.* (2020) também avaliaram o efeito do uso de águas residuais da aquicultura para produção de *Spirulina* com acúmulo de biomoléculas específicas e concluíram que a suplementação de 25 % de *Zarrouk* no efluente permite obter biomassa com baixo custo de produção e diferentes propriedades (elevado teor de carboidratos, carotenoides e lipídios, por exemplo) combinando biorremediação e produção de biomoléculas de alto valor agregado. Um estudo conduzido por Andrade *et al.* (2019) determinou que o meio *Zarrouk* pode ser reaproveitado, sendo o número de ciclos de cultivo determinante para o futuro uso biotecnológico da biomassa. O cultivo em meio reutilizado por um ciclo pode gerar produção de biomassa com alto teor de proteínas, ficocianina, carotenoides e com boa estabilidade térmica; já em quatro ciclos pode-se produzir alto teor de carboidratos e aumento na concentração de ácidos graxos saturados, sendo mais útil para produção de biocombustíveis, como bioetanol e biodiesel, respectivamente.

Considerando que a reutilização do meio de cultivo pode levar a contaminação e, conseqüentemente, afetar a qualidade da biomassa, Yu *et al.* (2019) identificaram dez filós de microrganismos como principais espécies microbianas nocivas em fazendas comerciais de *Spirulina* da China (. Os autores também utilizaram membrana de microfiltração como estratégia para minimizar a contaminação durante o cultivo contínuo e concluíram que é uma forma promissora para tratar o meio de cultivo antes da reutilização.

As diferentes regiões geográficas brasileiras podem apresentar distintas condições climáticas, sendo a influência da radiação solar e da temperatura fatores importantes que afetam a qualidade da biomassa em relação a sua composição química, compostos voláteis, teor de metais e estabilidade térmica (De Jesus *et al.*, 2018). Foi conduzido um estudo para avaliar o cultivo de *Spirulina* em condições externas em duas diferentes localizações geográficas do Brasil (nordeste – Bahia e sul – Rio Grande do Sul) e concluiu-se que o cultivo no Nordeste apresentou melhores características nutricionais, com maior teor de proteínas, ficocianina e ácidos graxos poli-insaturados (em especial  $\gamma$ -linolênicos), no Sul houve taxas de crescimento menores em função de baixas temperaturas e intensidades luminosas (De Jesus *et al.*, 2018). No estado do Mato Grosso, mais especificamente no município de Diamantino, já existe a produção em grande escala de *Spirulina*. Uma empresa de tecnologia nutricional, chamada Spigreen produz *Spirulina* desde o ano de 2019 e já é considerada a maior produtora da América Latina (AgroNews, 2022).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego da análise bibliométrica permitiu explorar a abrangência dos resultados de uma pesquisa bibliográfica e também identificar a importância da produção científica no direcionamento para diferentes aplicabilidades comerciais da *Spirulina*, que podem se estender para a indústria alimentícia, medicamentosa, cosmética, imunostimulante, combustível, ambiental...

A *Spirulina* apresenta uma composição celular de interesse que pode ser utilizada como fonte de aporte nutricional e também como agente benéfico à saúde. Ela pode ser utilizada com intuito de diminuir o risco de desenvolvimento de inúmeras condições clínicas, como as doenças crônicas não transmissíveis. Além do seu amplo uso na alimentação e na saúde, também pode ser aproveitada em outras áreas, como tratamento de efluentes e produção de biocombustíveis, por exemplo.

Devido às suas características especiais de cultivo é importante que sejam conduzidos estudos que busquem, cada vez mais, maior viabilidade econômica e ambiental na sua produção. Sempre é importante ressaltar que fatores como nutrientes, temperatura, intensidade luminosa, pH, condições climáticas, dentre outros, irão influenciar quantitativamente e qualitativamente o cultivo de *Spirulina*. O uso de águas residuais é estudado, juntamente com reuso do meio, porém é preciso cautela em relação à segurança de consumo, especialmente no uso para alimentação humana, garantindo um produto livre de contaminantes, principalmente químicos e microbiológicos.

Observou-se que os estudos científicos sobre *Spirulina* abrangem diferentes segmentos industriais e que se estendem ao longo dos anos, sem esgotar as possibilidades de pesquisa. Este fator é positivo e indica a possibilidade de desenvolvimento de novos processos tecnológicos em setores distintos. Porém, a limitação cultural brasileira, a falta de informação sobre o tema a nível industrial e de consumo, bem como o distanciamento entre setor acadêmico e setor industrial, ainda restringem a disseminação de aplicações comerciais. Além disso, o Brasil apresenta deficiência em políticas públicas de incentivo à inovação e expansão de novas tecnologias e, o setor empresarial também é restrito dentro de suas estratégias voltadas à inovação tecnológica.

Este estudo exploratório se limitou à pesquisa genérica no Portal de Periódicos da Capes, com a intenção de identificar aspectos gerais das publicações sobre o tema como um todo, podendo ser um ponto de partida para coleta de informações mais específicas e direcionadas.

## 5 REFERÊNCIAS

- Adnan, M., Xiong, Q., Hidayat, A., & Hossain, M. (2019). Gasification performance of *Spirulina* microalgae – A thermodynamic study with tar formation. *Fuel* (Guildford), 241, 372-381.
- Delgado, V. (2022). *Spirulina*, alimento usado pela NASA e produzido em MT. *AgroNews*. Recuperado em 09 de março de 2023, de <https://agronews.tv.br/spirulina-alimento-usado-pela-nasa-e-produzido-em-mt/>
- Aladaileh, S., Khafaga, A., Abd El-Hack, M., Al-Gabri, N., Abukhalil, M., Alfwuaires, M., . . . Abdelnour, S. (2020). *Spirulina platenis* ameliorates the sub chronic toxicities of lead in rabbits via anti-oxidative, anti-inflammatory, and immune stimulatory properties. *The Science of the Total Environment*, 701, 134879.
- Andrade, B. B., Cardoso, L. G., Assis, D. J., Costa, J. A. V., Druzian, J. I., & Lima, S. T. C. (2019). Production and characterization of *Spirulina sp.* LEB 18 cultured in reused Zarrouk's medium in a raceway-type bioreactor, *Bioresource Technology*, v. 284, p. 340-348, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.03.144>.
- Barka, A., Amira, A., Francis, F., & Blecker, C. (2018). Physicochemical characterization of colored soluble protein fractions extracted from *Spirulina* (*Spirulina platenis*). *Food Science and Technology International*, 24(8), 651-663.
- Brown, P. (2009). *Spirulina*. *Southerly*, 69(3), 22-23.
- Canto, F. L. do, & Pinto, A. L. (2018). Disponibilidade no acervo do Portal de Periódicos CAPES dos periódicos citados em teses da Universidade Federal de Santa Catarina. Em *Questão*, vol. 24, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Recuperado em 01 de fevereiro de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465658737013>
- Capes. (2023). Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Quem somos. Recuperado em 05 de fevereiro de 2023, de <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/sobre/quem-somos.html>
- Cardoso, L. G., Duarte, J. H., Andrade, B. B., Lemos, P. V. F., Costa, J. A.V., Druzian, J. I., & Chinalia, F. A. (2020). *Spirulina sp.* LEB 18 cultivation in outdoor pilot scale using aquaculture wastewater: High biomass, carotenoid, lipid and carbohydrate production, *Aquaculture*, v. 525, ISSN 0044-8486, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735272>.
- Chen, Y., Chang, G., Kuo, S., Huang, S., Hu, I., Lo, Y., & Shih, S. (2016). Well-tolerated *Spirulina* extract inhibits influenza virus replication and reduces virus-induced mortality. *Scientific Reports*, 6(1), 24253.
- Chen, H., He, Z., Zhang, B., Feng, H., Kandasamy, S., & Wang, B. (2019). Effects of the aqueous phase recycling on bio-oil yield in hydrothermal liquefaction of *Spirulina Platenis*,  $\alpha$ -cellulose, and lignin. *Energy* (Oxford), 179, 1103-1113.

Cheng, J., Lu, H., He, X., Yang, W., Zhou, J., & Cen, K. (2017). Mutation of *Spirulina sp.* by nuclear irradiation to improve growth rate under 15% carbon dioxide in flue gas. *Bioresource Technology*, 238, 650-656.

Choi, Y., Choi, T., Gurav, R., Bhatia, S., Park, Y., Kim, H., . . . Yang, Y. (2020). Adsorption behavior of tetracycline onto *Spirulina sp.* (microalgae)-derived biochars produced at different temperatures. *The Science of the Total Environment*, 710, 136282.

Chojnacka, K., Chojnacki, A., & Gorecka, H. (2005). Biosorption of Cr<sup>3+</sup>, Cd<sup>2+</sup> and Cu<sup>2+</sup> ions by blue-green algae *Spirulina sp.*: Kinetics equilibrium and the mechanism of the process. *Chemosphere (Oxford)*, 59(1), 75-84.

Costa, J., Freitas, B., Rosa, G., Moraes, L., Morais, M., & Mitchell, B. (2019). Operational and economic aspects of *Spirulina*-based biorefinery. *Bioresource Technology*, 292, 121946.

Crunkhorn, S. (2022). A *spirulina*-based biomanufacturing platform. *Nature Reviews. Drug Discovery*, 21(5), 338.

De Jesus, C. S., Uebel, L. S., Costa, S. S., Miranda, A. L., Morais, E. G., Morais, M. G., Costa, J. A.V., Nunes, I. L., Ferreira, E. S., & Druzian, J. I. (2018). Outdoor pilot-scale cultivation of *Spirulina sp.* LEB-18 in different geographic locations for evaluating its growth and chemical composition, *Bioresource Technology*, v. 256, p. 86-94, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.01.149>.

De Jesus, C. S., Assis, D. J., Rodriguez, M. B., Menezes Filho, J. A., Costa, J. A.V., Ferreira, E. S., & Druzian, J. I. (2019). Pilot-scale isolation and characterization of extracellular polymeric substances (EPS) from cell-free medium of *Spirulina sp.* LEB-18 cultures under outdoor conditions, *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 124, p. 1106-1114, ISSN 0141-8130, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.12.016>.

Deng, R., & Chow, T. (2010). Hypolipidemic, Antioxidant, and Antiinflammatory Activities of Microalgae *Spirulina*. *Cardiovascular Therapeutics*, 28(4), E33-E45.

Dey, S., & Rathod, V. (2013). Ultrasound assisted extraction of  $\beta$ -carotene from *Spirulina platenis*. *Ultrasonics Sonochemistry*, 20(1), 271-276.

Grosshagauer, S., Kraemer, K., & Somoza, V. (2020). The True Value of *Spirulina*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(14), 4109-4115.

Guarienti, C (2018). Micropartículas de *Spirulina sp.* aplicadas em mistura para bebida de base láctea (Tese de doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria - RS,

Güroy, B., Güroy, D., Bilen, S., KenanoÄlu, O., Åahin, I., Terzi, E., . . . MantoÄlu, S. (2022). Effect of dietary *Spirulina*. *Aquaculture Research*, 53(6), 2263.

Haghighi, M., Zare, L., & Ghiasi, M. (2022). Biodiesel production from *Spirulina* algae oil over [Cu(H<sub>2</sub>PDC)(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>] complex using transesterification reaction: Experimental study and DFT approach. *Chemical Engineering Journal (Lausanne, Switzerland : 1996)*, 430, 132777.

Hamed, M., Soliman, H., & Sayed, A. (2019). Ameliorative effect of *Spirulina platenis* against lead nitrate-induced cytotoxicity and genotoxicity in catfish *Clarias gariepinus*. *Environmental Science and Pollution Research International*, 26(20), 20610-20618.

Han, P., Lu, Q., Zhong, H., Xie, J., Leng, L., Li, J., Fan, L., Li, J., Chen, P., Yan, Y., Wei, F., & Zhou, W. (2021), Recycling nutrients from soy sauce wastewater to culture value-added *Spirulina maxima*, *Algal Research*, v. 53, ISSN 2211-9264, <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.102157>.

Ho, S., Chen, Y., Li, R., Zhang, C., Ge, Y., Cao, G., . . . Ren, N. (2019). N-doped graphitic biochars from C-phycoyanin extracted *Spirulina* residue for catalytic persulfate activation toward nonradical disinfection and organic oxidation. *Water Research (Oxford)*, 159, 77-86.

İlter, I., Akyıl, S., Demirel, Z., Koç, M., Conk-Dalay, M., & Kaymak-Ertekin, F. (2018). Optimization of phycoyanin extraction from *Spirulina platenis* using different techniques. *Journal of Food Composition and Analysis*, 70, 78-88.

Japar, A. S., Takriff, M. S., & Yasin, N. H. M. (2021). Microalgae acclimatization in industrial wastewater and its effect on growth and primary metabolite composition, *Algal Research*, v. 53, ISSN 2211-9264, <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.102163>.

JCR. (2023). Journal Citation Reports™. Recuperado em 06 de fevereiro de 2023 de <https://jcr-clarivate.ez349.periodicos.capes.gov.br/jcr/browse-journals>

Kaipa, V., Asif, S., Assiri, K., Saquib, S., Arem, S., Sree, S., . . . Ghaffar Khan, A. (2022). Antioxidant effect of *spirulina* in chronic periodontitis. *Medicine (Baltimore)*, 101(50), E31521.

Kandasamy, S., Zhang, B., He, Z., Chen, H., Feng, H., Wang, Q., . . . Krishnamoorthi, M. (2020). Effect of low-temperature catalytic hydrothermal liquefaction of *Spirulina platenis*. *Energy (Oxford)*, 190, 116236.

Karimzadeh, K., Tahergorabi, R., & Zahmatkesh, A. (2023). Synthesis of *spirulina* loaded chitosan nanoparticles from prawn, *Macrobrachium nipponense* shell for extending the shelf life of pike-perch (*Sander lucioperca*) fillet during refrigerated storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(1), 92-107.

Koh, E., Kim, K., Choi, J., Kang, D., & Lee, B. (2018). *Spirulina maxima* extract prevents cell death through BDNF activation against amyloid beta 1-42 (A $\beta$ 1-42) induced neurotoxicity in PC12 cells. *Neuroscience Letters*, 673, 33-38.

Lafarga, T., Fernández-Sevilla, J., González-López, C., & Acién-Fernández, F. (2020). *Spirulina* for the food and functional food industries. *Food Research International*, 137, 109356.

Li, X., Li, W., Zhai, J., & Wei, H. (2018). Effect of nitrogen limitation on biochemical composition and photosynthetic performance for fed-batch mixotrophic cultivation of microalga *Spirulina platenis*, *Bioresource Technology*, v. 263, p. 555-561, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.05.046>.

- Lim, H. R., Khoo, K. S., Chew, K. W., Chang, C. K., Munawaroh, H. S. H., Kumar, P. S., Huy, N. D., & Show, P. L. (2021). Perspective of *Spirulina* culture with wastewater into a sustainable circular bioeconomy, *Environmental Pollution*, v. 284, ISSN 0269-7491, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117492>.
- Liu, C., Li, L. J., Wu, C. Y.; Guo, K. N.; Li, J. H. (2016). Growth and antioxidant production of *Spirulina* in different NaCl concentrations. *Biotechnol Lett*, v. 38, p. 1089–1096, <https://doi-org.ez349.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10529-016-2087-2>.
- Longtin, N., Oliveira, D., Mahadevan, A., Gejji, V., Gomes, C., & Fernando, S. (2021). Analysis of *Spirulina platenis* microalgal fuel cell. *Journal of Power Sources*, 486, 229290.
- Lucas, B., Morais, M., Santos, T., & Costa, J. (2018). *Spirulina* for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *Food Science & Technology*, 90, 270-276.
- Lupatini, A., Colla, L., Canan, C., & Colla, E. (2017). Potential application of microalga *Spirulina platenis* as a protein source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(3), 724-732.
- Marshall, L. (2014). *SPIRULINA*. *Dalhousie Review*, 94(2), 197.
- Mehar, J., Shekh, A., Nethravathy, M. U., Sarada, R., Chauhan, V. S., & Mudliar, S. (2019). Automation of pilot-scale open raceway pond: A case study of CO<sub>2</sub>-fed pH control on *Spirulina* biomass, protein and phycocyanin production, *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*, v. 33, p. 384-393, ISSN 2212-9820, <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2019.07.006>.
- Montalvo, E. B. G.; Vandenberghe, L. P. S.; Soccol, V. T.; Carvalho, J. C.; Soccol, R. C. (2020). The Antihypertensive, Antimicrobial and Anticancer Peptides from *Arthrospira* with Therapeutic Potential: A Mini Review, *Current Molecular Medicine*, 20(8). <https://dx.doi.org/10.2174/1566524020666200319113006>.
- Ovando, C., Carvalho, J., Vinícius de Melo Pereira, G., Jacques, P., Soccol, V., & Soccol, C. (2018). Functional properties and health benefits of bioactive peptides derived from *Spirulina*: A review. *Food Reviews International*, 34(1), 34-51.
- Pescosolido, E., Yerly, D., Caubet, J., & Bergmann, M. (2022). Delayed IgE-mediated hypersensitivity to *Arthrospira platenis* (*spirulina*). *Annals of Allergy, Asthma, & Immunology*, 129(4), 522-524.
- Portal de periódicos CAPES (2023). Recuperado em 31 de janeiro de 2023 de <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?>
- Rajak, U., & Verma, T. (2018). *Spirulina* microalgae biodiesel – A novel renewable alternative energy source for compression ignition engine. *Journal of Cleaner Production*, 201, 343-357.
- Raji, A., Alaba, P., Yusuf, H., Abu Bakar, N., Mohd Taufek, N., Muin, H., . . . Abdul Razak, S. (2018). Fishmeal replacement with *Spirulina Platenis* and *Chlorella vulgaris* in African catfish (*Clarias gariepinus*) diet: Effect on antioxidant enzyme activities and haematological parameters. *Research in Veterinary Science*, 119, 67-75.



Rey, A., De-Cara, A., Rebolé, A., & Arija, I. (2021). Short-Term *Spirulina* (*Spirulina platenis*) Supplementation and Laying Hen Strain Effects on Eggs' Lipid Profile and Stability. *Animals (Basel)*, 11(7), 1944.

Rezaei, H. (2016). Biosorption of chromium by using *Spirulina* sp. *Arabian Journal of Chemistry*, 9(6), 846-853.

Roohani, A., Abedian Kenari, A., Fallahi Kapoorchali, M., Borani, M., Zoriezahra, S., Smiley, A., . . . Rombenso, A. (2019). Effect of *spirulina Spirulina platenis* as a complementary ingredient to reduce dietary fish meal on the growth performance, whole-body composition, fatty acid and amino acid profiles, and pigmentation of Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*) juveniles. *Aquaculture Nutrition*, 25(3), 633-645.

Silva, J., Farias, B., Gründmann, D., Cadaval, T., Moura, J., Dotto, G., & Pinto, L. (2017). Development of chitosan/*Spirulina* bio-blend films and its biosorption potential for dyes. *Journal of Applied Polymer Science*, 134(11), Np-N/a.

Shi, B., Liang, L., Yang, H., Zhang, L., & He, F. (2017). Glycerol-plasticized *spirulina*-poly(vinyl alcohol) films with improved mechanical performance. *Journal of Applied Polymer Science*, 134(20), Np-N/a.

Singh, T., Rajak, U., Samuel, O., Chaurasiya, P., Natarajan, K., Verma, T., & Nashine, P. (2021). Optimization of performance and emission parameters of direct injection diesel engine fuelled with microalgae *Spirulina* (L.) – Response surface methodology and full factorial method approach. *Fuel (Guildford)*, 285, 119103.

Soni, R., Sudhakar, K., & Rana, R. (2017). *Spirulina* – From growth to nutritional product: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 69, 157-171.

Soni, R. A., Sudhakar, K., & Rana, R.S. (2019). Comparative study on the growth performance of *Spirulina platenis* on modifying culture media, *Energy Reports*, v. 5, p. 327-336, ISSN 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.02.009>.

Sun, L., Zhang, D., Sun, Y., Wang, S., & Cai, J. (2018). Facile Fabrication of Highly Dispersed Pd@Ag Core–Shell Nanoparticles Embedded in *Spirulina platenis* by Electroless Deposition and Their Catalytic Properties. *Advanced Functional Materials*, 28(20), 1707231-N/a.

Teimouri, M., Amirkolaie, A., & Yeganeh, S. (2013). Effects of *Spirulina platenis* meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 396, 14-19.

Toughan, H., Khalil, S., El-Ghoneimy, A., Awad, A., & Seddek, A. (2018). Effect of dietary supplementation with *Spirulina platenis* on Atrazine-induced oxidative stress- mediated hepatic damage and inflammation in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 149, 135-142.

Tufarelli, V., Baghban-Kanani, P., Azimi-Youvalari, S., Hosseintabar-Ghasemabad, B., Slozhenkina, M., Gorlov, I., . . . Laudadio, V. (2021). Effects of Horsetail ( *Equisetum*

arvense ) and *Spirulina* ( *Spirulina platenis* ) Dietary Supplementation on Laying Hens Productivity and Oxidative Status. *Animals* (Basel), 11(2), 335.

Tzachor, A., Rozen, O., Khatib, S., Jensen, S., & Avni, D. (2021). Photosynthetically Controlled *Spirulina*, but Not Solar *Spirulina*, Inhibits TNF- $\alpha$  Secretion: Potential Implications for COVID-19-Related Cytokine Storm Therapy. *Marine Biotechnology* (New York, N.Y.), 23(1), 149-155.

Uppin, V., Dharmesh, S., & R, S. (2022). Polysaccharide from *Spirulina platenis* Evokes Antitumor Activity in Gastric Cancer Cells via Modulation of Galectin-3 and Exhibited Cyto/DNA Protection: Structure–Function Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(23), 7058-7069.

Vigliante, I., Mannino, G., & Maffei, M. (2019). OxiCyan®, a phytocomplex of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and *spirulina* (*Spirulina platenis*), exerts both direct antioxidant activity and modulation of ARE/Nrf2 pathway in HepG2 cells. *Journal of Functional Foods*, 61, 103508.

Xiao, H., Zhai, Y., Xie, J., Wang, T., Wang, B., Li, S., & Li, C. (2019). Speciation and transformation of nitrogen for *spirulina* hydrothermal carbonization. *Bioresource Technology*, 286, 121385.

Yang, Z., Xu, B., Liu, J., Zhan, J., & Song, L. (2022). Dynamic changes of growth and physiological parameters of *Spirulina* cultivated outdoors—a case study in *Spirulina* Industrial Park in Inner Mongolia, China. *Journal of Applied Phycology*, 34(3), 1163-1175.

Yu, J., Hu, H., Wu, X., Wang, C., Zhou, T., Liu, Y., Ruan, R., & Zheng, H. (2019). Continuous cultivation of *Arthrospira platenis* for phycocyanin production in large-scale outdoor raceway ponds using microfiltered culture medium, *Bioresource Technology*, v. 287, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121420>.

Wang, J., Cheng, W., Liu, W., Wang, H., Zhang, D., Qiao, Z., Jin, G., & Liu, T. (2019). Field study on attached cultivation of *Arthrospira* (*Spirulina*) with carbon dioxide as carbon source, *Bioresource Technology*, v. 283, p. 270-276, ISSN 0960-8524, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.03.099>.

Wu, Q., Liu, L., Miron, A., Klímová, B., Wan, D., & Kuča, K. (2016). The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of *Spirulina*: An overview. *Archives of Toxicology*, 90(8), 1817-1840.

Zarrouk, C. (1966). Contribution à l'étude d'une Cyanophycée: influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthèse de *Spirulina máxima*. Thesis (Ph.D) - Université Des Paris, Paris.

Tabela 01: Fator de Impacto no ano da publicação do artigo e no ano de 2021.

Periódico	Fator de impacto (FI)	
	Publicação	2021
Journal of Applied Phycology	3,404	3,404
Trends in Food Science & Technology	6,609	16,002
Journal of Agricultural and Food Chemistry	5,279	5,895
Food Science and Technology International	1,221	2,638
Aquaculture Nutrition	2,231	3,781
Journal of the Science of Food and Agriculture	2,379	4,125
Marine Biotechnology	3,727	3,727
Journal of Cleaner Production	6,395	11,072
Fuel	8,035	8,035
Nature Reviews. Drug Discovery	112,288	112,288
Aquaculture Research	2,184	2,184
Food Research International	6,475	7,425
Ultrasonics Sonochemistry	3,816	9,336
Chemosphere	3,698	8,943
Neuroscience Letters	2,173	3,197
Animals	3,231	3,231
Aquaculture	1,828	5,135
Bioresource Technology	7,539	11,889
Journal of Applied Polymer Science	1,901	3,057
Fuel	5,578	8,035
Journal of Functional Foods	3,701	5,223
Advanced Functional Materials	15,621	19,924
Arabian Journal of Chemistry	4,553	6,212
Food Science & Technology	3,714	6,056
Journal of Agricultural and Food Chemistry	5,895	5,895
Medicine	1,817	1,817
Scientific Reports	4,259	4,997
Archives of Toxicology	5,901	6,168
Journal of Applied Polymer Science	1,901	3,057
Bioresource Technology	5,807	11,889
Chemical Engineering Journal	16,744	16,744
Research in Veterinary Science	1,751	2,554
Journal of the Science of Food and Agriculture	4,125	4,125
Water Research	9,130	13,400
Energy	6,082	8,857
Bioresource Technology	7,539	11,889
Journal of Power Sources	9,794	9,794
Energy	7,147	8,857
Cardiovascular Therapeutics	2,183	3,368
Animals	3,231	3,231
Annals of Allergy, Asthma, & Immunology	3,368	3,368

Ecotoxicology and Environmental Safety	4,527	7,129
Journal of Food Composition and Analysis	2,994	4,520
Food Reviews Internationa	3,933	6,043
Bioresource Technology	9,642	11,889

Quadro 01: Valores médios de composição centesimal, teor de aminoácidos e de minerais da *Spirulina*.

Componente	Quantidade na <i>Spirulina</i>	Referência
<b>Composição química</b>	<b>% em base seca</b>	
Proteína	73,8	Oliveira <i>et al.</i> 2009.
Carboidratos	10,3	
Lipídios	8,6	
Cinzas	7,3	
<b>Aminoácidos</b>	<b>g.100 g<sup>-1</sup></b>	
Isoleucina	6,49 - 6,70	Volkmann <i>et al.</i> 2008.
Leucina	9,26 - 10,17	
Valina	6,45 - 7,10	
Lisina	4,42 - 4,99	
Fenilalanina	4,45 - 5,30	
Tirosina	5,26 - 5,69	
Metionina	2,05 - 2,50	
Cisteína	0,59 - 0,90	
Triptofano	0,08 - 0,30	
Treonina	4,65 - 6,20	
Histidina	2,20 - 10,41	
Alanina	8,51 - 9,50	
Arginina	7,09 - 8,00	
Asparagina	3,90 - 11,80	
Glutamina	9,47 - 13,40	
Glicina	2,98 - 5,70	
Prolina	3,33 - 4,20	
Serina	4,59 - 5,10	
<b>Minerais</b>	<b>mg.kg<sup>-1</sup></b>	
Cálcio	1300 – 14000	Falquet 2006
Fósforo	6700 – 9000	
Ferro	580 – 1800	
Magnésio	2000 – 2900	
Zinco	21 – 40	
Cromo	2,8	
Sódio	4500	
Potássio	6400 – 15400	
Manganês	25 – 37	

Cobre	08 -10,0	
<b>Vitaminas</b>	<b>mg.kg<sup>-1</sup></b>	
B1	34 – 50	
B2	30 – 46	
B6	5 – 8	
B12	1,5 – 2	
Niacin	130	
Folate	0,5	
Pantothenate	4,6 – 2,5	
Biotin	0,05	
C	Traces	

Fonte: (Guarienti, 2018).

Quadro 02: Estudos clínicos sobre os efeitos hipolemiantes e antioxidantes pelo uso de *Spirulina*.

Assunto	Tamanho da amostra	Dose e duração	Resultados principais
Pacientes com doença no fígado Idade: 43, 44 e 77 anos	3	4,5 g/d 16 semanas	Decréscimo significativo nos níveis séricos de alanina aminotransferase (ALT), triglicérides (TG), colesterol total (CT), LDL; aumento de HDL no paciente mais jovem
Pacientes com doença no fígado Idade: 29 a 62 anos	15	6 g/d 6 meses	Diminuição de TG, CT, LDL e ALT; aumento de HDL e hemoglobina
Pacientes com dislipidemia Idade: 37 a 61 anos	52	1 g/d 3 meses	Redução de TG, CT e LDL
Jovens fisicamente treinados Idade: 10 a 26 anos	41	5 g/d 15 dias	Decréscimo nos TG, sendo que menores idades promoveram maiores efeitos
Pacientes com diabetes melittus tipo 2 Idade: 45 a 60 anos	160	1 g/d 12 semanas	Diminuição significativa nos níveis séricos de glicose em jejum, CT, TG e LDL; aumento significativo de HDL
Pacientes com HIV Idade: 18 a 65 anos	169	10 g/d 6 meses	Redução de CT e TG; aumento de HDL
Homens moderadamente treinados Idade: 21 a 25 anos	9	6 g/d 4 semanas	Aumento do desempenho físico, na atividade da catalase (CAT) e na concentração de glutathiona-S-transferase (GSH); diminuição na oxidação de carboidratos e substâncias

			reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) no plasma
Pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica Idade: 45 a 60 anos	30	1 e 2 g/d 1 e 2 meses	Redução dose dependente em malonaldeído (MDA), lipoperoxidação, CT, TG; aumento GSH, vitamina C e na atividade enzimática da CAT, GSH e superóxido dismutase (SOD)

Fonte: (Guarienti, 2018).

Quadro 03: Composição química do meio Zarrouk

Reagentes	Quantidades (g.L <sup>-1</sup> )
NaHCO <sub>3</sub>	16,8
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,5
NaNO <sub>3</sub>	2,5
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,0
NaCl	1,0
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,2
CaCl <sub>2</sub>	0,04
FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,01
EDTA	0,08

Fonte: (Zarrouk, 1966).