



SEMINÁRIO INTERNACIONAL BRASIL - COLÔMBIA SOBRE PROCESSOS INDUSTRIALIS SUSTENTÁVEIS

EDUNISC

Microalgas na Tecnologia Ambiental: Perfil Bibliométrico das pesquisas no PPGTA-UNISC

Camila Rafaela Rathke^{1*}; Giséle Alves¹; Mireila Behling¹; Lisianne Brittes Benitez²; Betina Mariela Barreto¹; Valéria L. L. Butzke³; Isabela Beatriz Müller Schwengber^{4,5}; Gabriela Bertol^{4,6}; Laura Porto Treichel^{4,7}; Rosana de Cassia de Souza Schneider².

*camilar3@mx2.unisc.br

¹ Discente do curso de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – UNISC

² Docente do curso de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental – UNISC

³ Doutora em Tecnologia Ambiental pela UNISC

⁴ Bolsista de Iniciação Científica

⁵ Discente do Curso de Graduação em Agronomia – UNISC

⁶ Discente do Curso de Graduação em Ciências Biológicas – UNISC

⁷ Discente do Curso de Graduação em Farmácia – UNISC

INTRODUÇÃO

O grupo de pesquisa vinculado à pós-graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) investiga microalgas, organismos fotossintetizantes unicelulares, destacando sua versatilidade metabólica e sua capacidade de se desenvolver em ambientes contaminados. Essas microalgas apresentam elevado potencial biotecnológico, dada sua composição rica em vitaminas, proteínas, carboidratos, lipídios e outros biocompostos, o que permite, além de uma resposta ao ambiente poluído ou controlado, a aplicação de sua biomassa em diversos setores.

Nesse contexto, o grupo busca explorar o potencial das microalgas para a produção de uma ampla gama de bioproductos e suas possíveis aplicações em diversos setores. No campo da fitorremediação, investiga-se a utilização de microalgas para o tratamento de efluentes, com foco em sua capacidade de crescimento, remoção de contaminantes e aplicação em tecnologias como células a combustível. Com isso, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise bibliométrica da produção científica do Grupo de Pesquisa em Microalgas, Oleoquímica e Biocombustíveis (MOBio), do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental (PPGTA-UNISC), com o intuito de fortalecer sua visibilidade e destacar sua relevância e impacto nas pesquisas ambientais. A proposta incluiu a identificação das espécies microalgalas estudadas, suas aplicabilidades na fitorremediação e o desenvolvimento de bioproductos.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise bibliométrica foi realizada a partir do levantamento das produções científicas registradas nos currículos Lattes dos integrantes do grupo de pesquisa MOBio. As referências foram obtidas nas bases de dados Web of Science, Scopus e ScienceDirect, via acesso pela Plataforma de Periódicos da CAPES. As publicações foram organizadas no software EndNote 21, que também foi utilizado para a remoção de

Seminário Internacional Brasil - Colômbia Sobre Processos Industriais Sustentáveis

<https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/semibrasilcol/index>

Santa Cruz do Sul, 2025

duplicatas. Em seguida, os dados foram analisados no software VOSviewer 1.6.20, que permitiu a criação de clusters representativos das linhas de pesquisa do grupo. As palavras-chave foram filtradas com o uso de um arquivo Thesaurus para remover termos irrelevantes e unificar sinônimos, de forma a aprimorar a precisão da análise temática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise biométrica a seguir fornece uma visão ampla sobre as tendências das pesquisas realizadas, colaborações científicas e áreas de impacto relacionadas ao estudo e desenvolvimento de microalgas para produção de bioprodutos e processos sustentáveis.

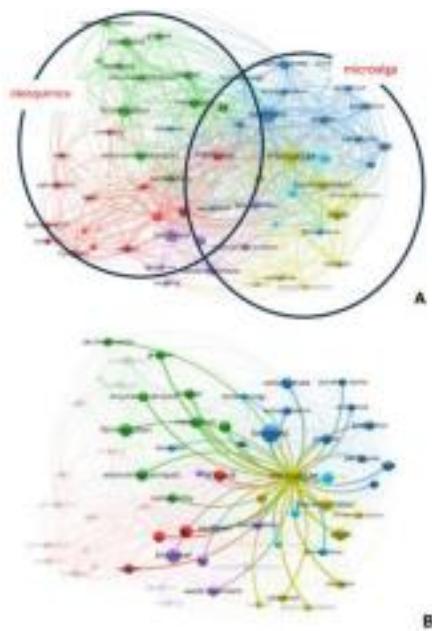


Figura 1. Produção científica A) Geral – pesquisas do grupo MOBio; B) Pesquisas com microalgas do grupo MOBio.

As produções envolvem a produção de microalgas, bioprodutos e processos de produção destacando-se a forma como ocorre o desenvolvimento e aplicação de microalgas em diferentes contextos. Esses estudos abordam aspectos desde o cultivo de microalgas como *Dunaliella salina*, *Scenedesmus subspicatus*, e *Euglena gracilis*, até a análise de perfis de biomassa e a aplicação em fotorremediação e bioprodutos.

Alguns aspectos podem ser destacados:

Uso de Resíduos como Meio de Cultura: o grupo explora alternativas de cultivo sustentável, utilizando resíduos, como os de cervejarias e suinocultura, para produzir biomassa de *Euglena gracilis*, o que possibilita a remoção de nutrientes e a criação de bioestimulantes para plantas, como alface e tomate (ALVES *et al.*, 2024; BUTZKE *et al.*, 2024);

Fotorremediação e tratamento de efluentes: exploram o uso de microalgas para remover compostos farmacológicos e orgânicos emergentes de corpos d'água. Por exemplo, o uso de *Scenedesmus subspicatus* na remediação de meios aquosos e *Chlorella* spp. para remoção de contaminantes orgânicos têm mostrado potencial promissor na bioremedeiação (AMARAL *et al.*, 2023; DE OLIVEIRA *et al.*, 2024; DE SOUZA CELENTE *et al.*, 2024; PACHECO *et al.*, 2015);

Produção de biocombustíveis e biofilmes: biomassa de microalgas também é empregada para produzir biocombustíveis, como biodiesel, bioetanol e biofilmes para impressão 3D, utilizando resíduos da microalga *Arthrospira platensis* como fonte de carbono (WERLANG *et al.*, 2020);

Avaliação de ciclo de vida: diversos estudos conduzem avaliações do ciclo de vida (LCA) para entender o impacto ambiental de diferentes métodos de cultivo e processamento de microalgas, visando otimizar os processos e reduzir os impactos ambientais (DE SOUZA CELENTE *et al.*, 2023; SCHNEIDER *et al.*, 2018);

Caracterização de biomassa e compostos bioativos: o grupo realiza análises detalhadas da composição de biomassa de microalgas, incluindo perfis de ácidos graxos e potenciais antioxidantes. Isso é fundamental para a produção de bioproductos com valor agregado em setores como alimentos funcionais e cosméticos (MARTINI *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2017).

Essas publicações exemplificam a dedicação do grupo de pesquisa em explorar soluções sustentáveis e inovadoras com microalgas, promovendo uma ampla gama de aplicações ambientais e industriais. Essa abordagem posiciona o grupo MOBio como muito importante para a linha de pesquisa de Microbiologia aplicada a Tecnologia ambiental do PPGTA como referência na integração de biotecnologia com sustentabilidade.

Na produção científica sobre microalgas e bioproductos do grupo de pesquisa, destacam-se as seguintes espécies:

Dunaliella salina e *Dunaliella tertiolecta*: estudadas pelo seu potencial em produção de biomassa, glicerol e beta-caroteno, além de serem cultivadas em águas residuais como alternativa sustentável (CELENTE *et al.*, 2022);

Euglena gracilis: Cultivada em águas residuais de suinocultura e resíduos de cervejarias artesanais, esta microalga demonstrou potencial na produção de biomassa para bioestimulantes em plantas e na remoção de nutrientes do meio (ALVES *et al.*, 2024; BUTZKE *et al.*, 2024); *Scenedesmus subspicatus*: Investigada pelo seu potencial em remover compostos farmacológicos de meios aquosos, mostrando aplicabilidade na bioremediação e tratamento de efluentes (DE OLIVEIRA *et al.*, 2024; GRESSLER *et al.*, 2014);

Chlorella sp.: Utilizada em processos de remoção de contaminantes orgânicos de águas residuárias, além de apresentar potencial para a produção de bioproductos devido à sua capacidade de crescimento em sistemas de biorremediação (AMARAL *et al.*, 2023; DE SOUZA *et al.*, 2019);

Arthrospira platensis (Spirulina): Avaliada pelo seu uso em hidrolisados para bioestimulantes e na produção de bioetanol, esta microalga tem aplicações em biocombustíveis e como fonte de compostos bioativos (WERLANG *et al.*, 2020; WERLANG *et al.*, 2021);

Tetradesmus obliquus: estudada pela produtividade e caracterização da biomassa em fotobiorreatores híbridos, com o objetivo de maximizar o rendimento de biomassa para diversas aplicações (RÖRING *et al.*, 2024); *Parachlorella kessleri*: Empregada em sistemas de cultivo usando águas residuais de indústrias de óleo e farinha de peixe, com foco na remoção de nitrogênio e outros nutrientes (DENG *et al.*, 2019). Essas microalgas refletem a ampla diversidade estudada pelo grupo de pesquisa, com aplicações que vão desde biocombustíveis e bioestimulantes até tratamentos de efluentes e geração de compostos bioativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, o grupo de pesquisa MOBio, vinculado ao PPGTA da UNISC, destaca-se pelo avanço na exploração do potencial biotecnológico das microalgas para nutrientes e biocompostos, sendo aplicáveis na agricultura, bioenergia, nutrição e fotorremediação. O uso de resíduos como meio de cultivo e as avaliações de ciclo de vida sublinham o compromisso com a sustentabilidade e inovação. Esse esforço contínuo na geração de conhecimento e no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis reforça a relevância do MOBio, promovendo impactos ambientais e econômicos positivos. O grupo também trabalha com outras espécies que contribuem para o desenvolvimento da oleoquímica, visando à obtenção de biocombustíveis e compostos alternativos aos derivados do petróleo. No entanto, é a produção de microalgas que tem impulsionado os potenciais da pesquisa, aproveitando uma infraestrutura de processos químicos e biotecnológicos que abrange desde escala laboratorial e piloto até caracterizações físico-químicas e instrumentais. Assim, no levantamento bibliométrico das produções do grupo, consolidamo-nos como um grupo consolidado e destacamos a importância da infraestrutura de pesquisa, das parcerias e dos financiamentos para promover o potencial das microalgas no Brasil, contribuindo para o desenvolvimento de produtos sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE

Microalgas; Bioprodutos; Fotorremediação; Biomassa; Análise bibliométrica.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Código 001 e Processo nº 88881.710390/2022-1), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processos nº 306216/2022-1 e 400862/2019-0), à Secretaria de Inovação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul – SICT-RS (Processo nº 22/2500-0000201-0) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS (Processos nº 23/2551-0000061-6 e 19/2551-0002026-0), pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERENCIAS

ALVES, G. et al. Biomass of *Euglena gracilis* produced in mineral medium supplemented with craft brewery residue. *Waste and Biomass Valorization*, p. 1-15, 2024.

AMARAL, E. T. et al. Removal of organic contaminants in water bodies or wastewater by microalgae of the genus Chlorella: A review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, v. 8, 2023.

BUTZKE, V. L. L. et al. Unlocking the potential of *Euglena gracilis* cultivated in piggery wastewater: biomass production, nutrient removal, and biostimulant potential in lettuce and tomato plants. *Journal of Applied Phycology*, v. 36, n. 5, p. 2681-2702, 2024.

CELENTE, G. D. S. et al. Potential use of microalga *Dunaliella salina* for bioproducts with industrial relevance. *Biomass and Bioenergy*, v. 167, 2022.

DE OLIVEIRA, F. R. et al. *Scenedesmus subspicatus* potential for pharmacological compounds removal from aqueous media. *Algal Research*, p. 103771, 2024.

DE SOUZA CELENTE, G. et al. Life cycle assessment of microalgal cultivation medium: biomass, glycerol, and beta-carotene production by Dunaliella salina and Dunaliella tertiolecta. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2023.

DE SOUZA CELENTE, G. et al. Using wastewater as a cultivation alternative for microalgae Dunaliella salina: potentials and challenges. *Science of the Total Environment*, v. 911, 2024.

DE SOUZA, M. P. et al. Potential of microalgal bioproducts: general perspectives and main challenges. *Waste and Biomass Valorization*, v. 10, n. 8, p. 2139-2156, 2019.

DENG, X. et al. Biomass production and biochemical profiles of a freshwater microalga Chlorella kessleri in mixotrophic culture: effects of light intensity and photoperiodicity. *Bioresource Technology*, v. 273, p. 358-367, 2019.

GRESSLER, P. D. et al. Cultivation of *Desmodesmus subspicatus* in a tubular photobioreactor for bioremediation and microalgae oil production. *Environmental Technology (United Kingdom)*, v. 35, n. 2, p. 209-219, 2014.

MARTINI, F. A. et al. Periphytic biomass composition and exploitation from algae turf scrubber system. *SN Applied Sciences*, v. 1, n. 7, 2019.

PACHECO, M. M. et al. Microalgae: cultivation techniques and wastewater phycoremediation. *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, v. 50, n. 6, p. 585-601, 2015.

RÖRIG, L. R. et al. Biomass productivity and characterization of *Tetradesmus obliquus* grown in a hybrid photobioreactor. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, v. 47, n. 3, p. 367-380, 2024.

SCHNEIDER, R. D. C. D. S. et al. Life cycle assessment of microalgae production in a raceway pond with alternative culture media. *Algal Research*, v. 32, p. 280-292, 2018.

SOUZA, L. S. et al. Morphological and ultrastructural characterization of the acidophilic and lipid producer strain *Chlamydomonas acidophila* LAFIC-004 (Chlorophyta) under different culture conditions. *Protoplasma*, v. 254, n. 3, p. 1385-1398, 2017.

WERLANG, E. B. et al. Bioethanol from hydrolyzed *Spirulina (Arthospira platensis)* biomass using ethanologenic bacteria. *Bioresources and Bioprocessing*, v. 7, n. 1, 2020.

WERLANG, E. B. et al. Polyhydroxybutyrate (PHB) production via bioconversion using *Bacillus pumilus* in liquid phase cultivation of the biomass of *Arthospira platensis* hydrolysate as a carbon source. *Waste and Biomass Valorization*, v. 12, n. 6, p. 3245-3255, 2021.