

Influência de variáveis abióticas sobre os grupos morfofuncionais fitoplanctônicos de um reservatório eutrófico tropical no estado de Pernambuco

Influence of abiotic variables on phytoplanktonic morphofunctional groups of a tropical eutrophic reservoir in the state of Pernambuco

Influencia de variables abióticas sobre grupos morfofuncionales fitoplanctónicos de un reservorio eutrófico tropical en el estado de Pernambuco

Recebido: 01/10/2022 | Revisado: 10/10/2022 | Aceitado: 11/10/2022 | Publicado: 16/10/2022

Elielson Francisco Fernandes Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9733-8988>
Centro Universitário São Miguel, Brasil
E-mail: elielson-francisco@hotmail.com

Gabriel da Silva Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8408-7590>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: gabrielferreirabio@outlook.com

Fábio Henrique Portella Corrêa de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2337-3489>
Faculdade de Ciências e Educação em Saúde, Brasil
E-mail: fportella@compesa.com.br

Resumo

O fitoplâncton compreende a base alimentar no meio aquático, sendo formado por organismos autótrofos fotossintetizantes. Seu crescimento no ecossistema depende da influência de variáveis abióticas climáticas e físico-químicas da água, que atuam em sinergismo nos ambientes. A comunidade fitoplanctônica é representada pelos organismos que apresentam diferentes características morfofuncionais que permitem sua adaptação nos diferentes ecossistemas aquáticos. Esse estudo teve como objetivo avaliar a influência de variáveis climáticas e físico-químicas da água sobre a densidade dos grupos morfofuncionais fitoplanctônicos em um reservatório eutrófico localizado na região metropolitana do Recife (Pernambuco, Brasil). As coletas foram realizadas em 2 pontos distintos do reservatório, incluindo tanto períodos de estiagem como períodos chuvosos. As amostras foram armazenadas em frascos de vidro âmbar e preservadas em solução de formaldeído a 4% e refrigerada a 4°C. As análises físico-químicas da água seguiram metodologia específica. A análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica foi realizada através de contagem em câmaras de Sedgewick-Rafter com auxílio de microscópio invertido, com aumento de 400x, sendo utilizado chaves dicotômicas específicas. Para avaliar a influência das variáveis abióticas sobre os grupos morfofuncionais fitoplanctônicos, foi utilizado o software gratuito R, versão 2.1.1. No período de análise foi identificado maior abundância do grupo funcional S1 sendo constituído por cianobactéria com característica de serem melhores adaptados a ambientes com sombreamento. Observou-se que umidade relativa do ar e de cor aparente da água apresentaram influência significativa sobre os grupos morfofuncionais fitoplanctônicos.

Palavras-chave: Fitoplâncton; Ecologia; Dulciaquícola.

Abstract

Phytoplankton comprises the food base in the aquatic environment, being formed by photosynthetic autotrophic organisms. Its growth in the ecosystem depends on the influence of abiotic climatic and physical-chemical variables of the water, which act in synergism in the environments. The phytoplankton community is represented by organisms that have different morphofunctional characteristics that allow their adaptation in different aquatic ecosystems. This study aimed to evaluate the influence of climatic and physicochemical variables of water on the density of phytoplanktonic morphofunctional groups in a eutrophic reservoir located in the metropolitan region of Recife (Pernambuco, Brazil). The collections were carried out in 2 different points of the reservoir, including both dry and rainy periods. The samples were stored in amber glass vials and preserved in a 4% formaldehyde solution and refrigerated at 4°C. The physical-chemical analyzes of the water followed a specific methodology. Quantitative analysis of the phytoplankton community was performed by counting in Sedgewick-Rafter chambers with the aid of an inverted microscope, with a 400x magnification, using specific dichotomous keys. To assess the influence of abiotic variables on phytoplanktonic morphofunctional groups, the free software R, version 2.1.1 was used. In the period of analysis, a greater abundance of the functional group S1 was identified, being constituted by cyanobacteria with the characteristic of being better adapted to environments with shading. It was observed that the relative

humidity of the air and the apparent color of the water had a significant influence on the phytoplanktonic morphofunctional groups.

Keywords: Phytoplankton; Ecology; Freshwater.

Resumen

El fitoplancton constituye la base alimenticia en el medio acuático, estando formado por organismos autótrofos fotosintéticos. Su crecimiento en el ecosistema depende de la influencia de variables abióticas climáticas y físico-químicas del agua, las cuales actúan en sinergia en los ambientes. La comunidad de fitoplancton está representada por organismos que presentan diferentes características morfofuncionales que permiten su adaptación en diferentes ecosistemas acuáticos. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de variables climáticas y físico-químicas del agua sobre la densidad de grupos morfofuncionales fitoplanctónicos en un reservorio eutrófico ubicado en la región metropolitana de Recife (Pernambuco, Brasil). Las colectas se realizaron en 2 puntos diferentes del embalse, tanto en época seca como lluviosa. Las muestras se almacenaron en viales de vidrio color ámbar y se conservaron en una solución de formaldehído al 4% y se refrigeraron a 4°C. Los análisis físico-químicos del agua siguieron una metodología específica. El análisis cuantitativo de la comunidad de fitoplancton se realizó mediante conteo en cámaras Sedgewick-Rafter con la ayuda de un microscopio invertido, con un aumento de 400x, utilizando claves dicotómicas específicas. Para evaluar la influencia de las variables abióticas sobre los grupos morfofuncionales fitoplanctónicos se utilizó el software libre R, versión 2.1.1. En el período de análisis se identificó una mayor abundancia del grupo funcional S1, constituido por cianobacterias con la característica de adaptarse mejor a ambientes con sombra. Se observó que la humedad relativa del aire y el color aparente del agua influyeron significativamente en los grupos morfofuncionales fitoplanctónicos.

Palabras clave: Fitoplancton; Ecología; Agua dulce.

1. Introdução

A comunidade fitoplanctônica apresenta uma grande diversidade e constitui a base das cadeias alimentares aquáticas. O crescimento e desenvolvimento destes organismos, portanto, depende da interação entre si, bem como com organismos zooplanctônicos. Além dos fatores bióticos que influenciam esta comunidade, variáveis abióticas, tanto climáticas como físico-químicas da água também merecem destaque. A sinergia de todos estes fatores garante o desenvolvimento e crescimento dos organismos fitoplanctônicos nos ecossistemas aquáticos (Cardoso et al., 2017; Souza et al., 2022; Oliveira et al., 2022; Gil-Guarín et al., 2022).

Para se adaptarem às diferentes condições estabelecidas pelas variáveis bióticas e abióticas nos ecossistemas aquáticos, os organismos fitoplanctônicos desenvolvem características morfofuncionais, que permitiu que Reynolds (2002) os agrupasse em 31 códons. Dentre eles, pode-se citar C, D, F, G, H1, K, S1, Sn, onde são agrupados principalmente por terem preferências por ambientes ricos em nutrientes, eutróficos e com pouca penetração de luz como GF Sn.

O sistema de classificação em grupos funcionais veio para agrupar organismo por suas afinidades morfológica e as especialidades adaptativa as condições ambientais como pode ser visto no GF Sn onde foram agrupados apenas cianobactérias com a característica de se sobressair em ambientes com baixa penetração de luz ou sombreados como descrito no estudo de Reynolds (2002).

Por serem organismos fotossintetizante são dependentes da radiação solar para sobreviver, onde sua densidade varia conforme vários fatores tais como pH, Turbidez, Cor, e da demanda de nutrientes presente no manancial, onde os principais são o Fosforo e o nitrogênio, que geralmente é proveniente de descargas de efluentes provindos de residências e indústrias. (Lopes et al., 2016). As variáveis climáticas também exercem grande influência no crescimento do fitoplâncton, como a insolação que tem correlação com o tempo em que o sol está descoberto por nuvens, precipitação na qual contribui para a diluição dos nutrientes (Oliver, 2014; Vieira et al., 2020; Albuquerque et al., 2021)

Vários estudos tem mostrado a presença de reservatórios eutróficos no Brasil. Estes são caracterizados por possuírem elevada carga de matéria orgânica, baixa concentração de oxigênio dissolvido e elevadas concentrações de nitrogênio e fósforo (Wiegand, 2016; Silva et al., 2018; Gomes, 2019; Sousa et al., 2022). Organismos fitoplanctônicos têm sido utilizados para monitorar o nível trófico de ecossistemas aquáticos, por apresentarem rápida resposta a mudanças ambientais, tais como

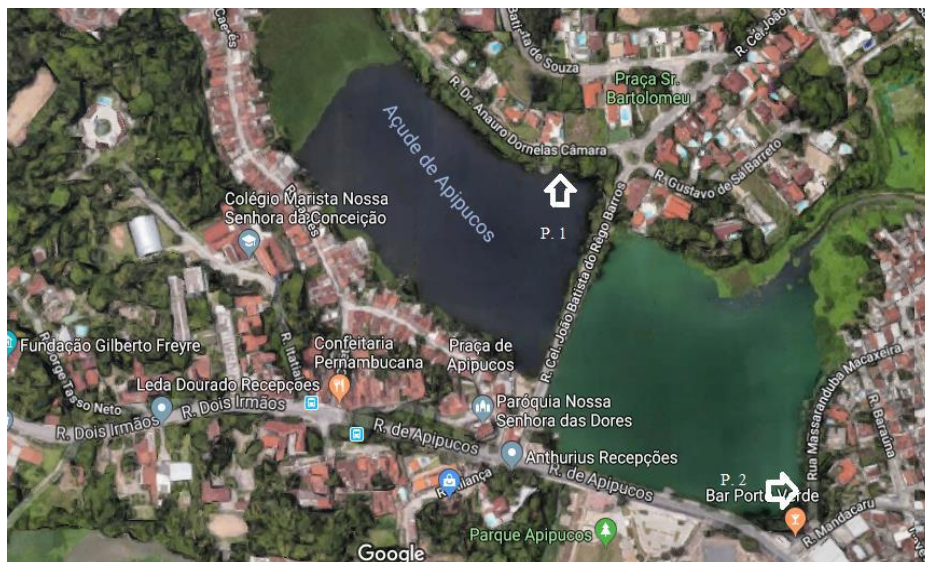
aumento ou redução de nutrientes, radiação solar, toxicidade, entre outros fatores. Condições eutróficas inibem o crescimento de alguns grupos fitoplanctônicos, mas podem favorecer outros, a exemplos dos representantes dos grupos morfofuncionais C, D, F, G, H1, J, K, Lm, M, P, Tc, V, W1, W2, Wo, Ws, X1, X2 e Y. (Barros et al. 2017; Zanon et al., 2021; Jacobo et al., 2021; Iatskiu, 2021; Bernales et al., 2022). Este trabalho foi conduzido em um reservatório eutrófico localizado na região metropolitana do Recife (Pernambuco, Brasil). Por ser um ecossistema eutrificado, localizado em ambiente com clima tropical, hipotetiza-se que os grupos morfofuncionais que apresentam maiores densidades nestes ecossistemas serão D, G, H1, J, K, Lm, Lo, M, P, Tc, V, W1, Wo, X1, X2 e Y e que temperatura, pH, profundidade, Turbidez, turbulência da água, sombreamento serão os fatores que influenciam significativamente a densidade destes grupos morfofuncionais (Reynolds, 2002).

2. Materiais e Métodos

As coletas foram realizadas mensalmente em dois pontos P1 e P2 (Figura 1), na região litorânea do reservatório de Apipucos, localizado na região nordeste do Brasil, em área sob influência do clima tropical (Alvarez et al., 2013), entre abril de 2019 e janeiro de 2020. As amostras foram coletadas em duplicatas em frascos de vidro tipo âmbar (Figura 2) e refrigeradas a 4°C. As amostras para análise da comunidade fitoplanctônica foram preservadas em formaldeído a 4%.

Para as análises quali-quantitativas da comunidade fitoplanctônica, as amostras foram concentradas 10x e analisadas em microscópio invertido (aumento de 400x), utilizando câmaras de Sedgewick-Rafter (Figura 2). A identificação foi feita até o menor nível taxonômico possível de acordo com Sant'Anna et al. (2012). A classificação em grupos morfofuncionais foi feita de acordo com Reynolds (2002). As variáveis físico-químicas da água analisadas foram pH, cor e turbidez, com auxílio de um pHmetro, colorímetro e tubidímetro, respectivamente, de acordo com APHA (2012). Todas as análises foram realizadas no laboratório de Ecologia e biodiversidade do Instituto de tecnologia de Pernambuco (ITEP)

Figura 1: Açude Apipucos, Recife, Pernambuco, Brasil. P. 1 e P. 2: pontos de coleta.

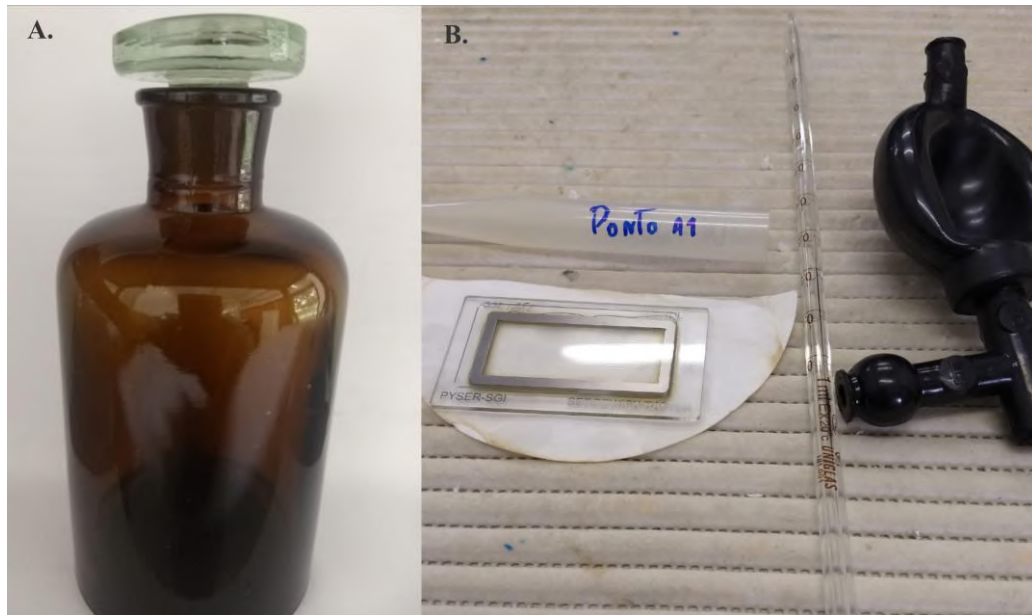


Fonte: Google Earth (2022).

As variáveis climáticas analisadas foram precipitação total, velocidade do vento media, evaporação media, insolação total as temperaturas do ar, umidade relativa do ar, obtidas do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia para Ensino e Pesquisa (INMET, 2022).

Para análise dos dados, foram construídas duas matrizes: uma com os dados das variáveis abióticas e outra com os valores de densidade dos grupos morfofuncionais fitoplanctônicos, que corresponderam a no mínimo 5% da densidade total do estudo. Para avaliar a relação entre as variáveis abióticas e as densidades dos grupos morfofuncionais fitoplanctônicos, foi realizada uma Análise de Redundância (RDA), visto que a distribuição dos valores de densidade observados no estudo apresentou estreita distribuição, conforme pode ser confirmado por uma Análise de Destendenciamento Canônica (DCA), realizada previamente à RDA. Todas as análises foram realizadas utilizando o pacote vegan do programa R (versão 2.1.1).

Figura 2: A = Frasco de vidro tipo âmbar. B = Câmara de Sedgewick-Rafter e equipamentos de pipetagem.



Fonte: Autores.

3. Resultados e Discussão

Durante o período de estudo, os valores de densidade dos organismos fitoplanctônicos variaram de 6960 céL.mL⁻¹ a 502.549 céL.mL⁻¹ identificaram-se 34 gêneros pertencentes à comunidade fitoplanctônica. Os gêneros *Merismopedia* sp. foram abundantes, representando 17% da densidade total do estudo, enquanto *Geitlerinema* sp. foram pouco abundantes, perfazendo 50% da densidade total do estudo. Os gêneros foram divididos em grupos morfofuncionais (GF), conforme descrito por Reynolds (2002, Quadro 1). Como observado na Quadro 1, os GF que apresentaram maiores densidades foram J, K, Lo, S1 e Sn, representando 15, 7, 14, 52, 5% da densidade total do estudo.

Quadro 1: Organização em grupos funcionais segundo proposto por REYNOLDS (2002).

GF	Organismos		
J	Actinastrum	Coelastrum	Crucigenia
	Desmodesmum	Pediastrum	
	Scenedesmus	Tetraedron	
X1	Ankistrodesmus	Moraphidium	Moraphidium
K	Aphanocapsa	Chlorella	
B	Aulacoseira		
?	Centritractus		
Lo	Chroococcus	Merismopedia	
P	Closterium		
N	Cosmarium	Staurastrum	Stauroidesmus
A	Cyclotella		
Sn	Cylindrospermopsis		
X2	Cryptomonas		
W1	Euglena	Phacus	
S1	Geitlerinema		
Tb	Gomphonema		
P	Melosira		
Lm	Microcystis		
T	Mougeotia		
Tb	Navicula		
D	Synedra		
W2	Trachelomonas		
F	Treubaria		

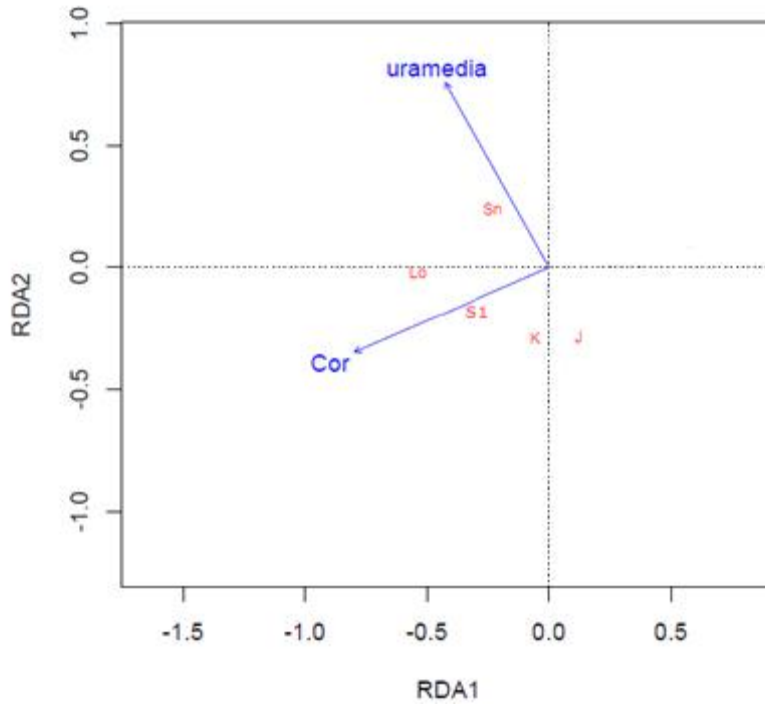
Fonte: adaptado de REYNOLDS (2002).

Com relação às variáveis físico-químicas da água, observou-se que as variáveis cor, turbidez, pH, apresentaram maiores valores durante o período de (seca ou estiagem), com valores médios de 160 mg Pt/L, 27,3 UNT, 8,1, respectivamente. Por outro lado, as variáveis cor, turbidez, pH apresentaram maiores valores durante o período de estiagem, apresentando valores médios de 200 mg Pt/L, 35,01 UNT, 7,96, respectivamente.

Com relação às variáveis climáticas, observou-se que durante o período de estiagem, a precipitação total, velocidade do vento média, evaporação média, insolação total as temperaturas do ar, umidade relativa do ar, foram em média, 59,7 mm, 2,14 mps, 148 mm, 277 hs 27,75 °C, 78,47%, respectivamente, enquanto nos meses chuvosos, estes valores foram 463,4 mm, 1,34 mps, 156,65 mm, 211,1 hs, 27,4 °C, 88,3%, respectivamente.

A análise de RDA permitiu observar que tanto variáveis climáticas (umidade relativa média do ar), como físico-químicas da água (cor aparente da água) foram significativas para regular as densidades dos GF fitoplanctônicos analisados (Figura 3).

Figura 3: Análise de Redundância (RDA), mostrando a relação entre variáveis abióticas bióticas durante o período de estudo em um reservatório eutrófico e tropical. Lo, S1, K e J: grupos morfofuncionais, conforme Reynolds (2002); Cor: cor aparente da água; uramedia: umidade relativa do ar média; row 1-20: unidades amostrais



Fonte: Autores.

Como pode ser observado na Figura 3, os valores de umidade relativa média do ar e cor aparente da água influenciaram positivamente as densidades dos GF Lo, S1, K e Sn, enquanto as densidades de K e J foram negativamente influenciadas por estas variáveis.

Para Macêdo (2017), as variáveis que expressa maior resposta no fitoplâncton são as precipitações pluvial e a temperatura média do ar já que a temperatura tem grande importância no metabolismo e crescimento dos organismos. Sendo os resultados apresentados por (Sipauba-Tavares, 2019) as variáveis que expressa melhor resposta para a comunidade fitoplanctônica é o pH, Fosforo total, e o sólido suspensos totais, apresentando grande dominância do GF J sendo ela dominante no estudo apresentado por ele. Segundo Dantas (2010) as variáveis que mais apresenta efeito na comunidade fitoplanctônica são pH alcalino, elevada temperatura da água, turbulência da água, disponibilidade de luz.

Segundo os dados apresentados por Dantas (2010) os grupos funcionais S1 e J são caracterizados por apresentar preferência por ambientes eutróficos com alta turbulência rasos e com pouca luz, o S1 é representado apenas por cianobactérias com adaptação ao sombreamento, o Sn caracterizado por apresentar organismo adaptado a habitats quentes. Segundo os dados apresentados por (Hussain, 2016) o GF J apresenta preferência por ambientes quentes e com elevada umidade. Para Oliver (2014) a pluviosidade expressa resposta no desenvolvimento do GF podendo ser relacionada com a URamedia. As precipitações podem estimular o desenvolvimento de alguns grupos que tem a capacidade de armazenar insumos alóctones de carbono orgânico dissolvido (Weyhenmeyer et al. 2004). Segundo os dados apresentados por Leira *et al.* (2017) a turbidez e a cor aparente da água influenciam diretamente a constituição da comunidade Fitoplanctônica já que altos níveis de turbidez impede a penetração da radiação solar.

4. Conclusão

Conclui-se que todos os grupos funcionais encontrados com maior abundância no açude de Apipucos se caracteriza por terem preferências por águas ricas em nutrientes demonstrando que o ecossistema se encontra eutrofizado já que à grande densidade de organismo principalmente de cianobactéria e uma grande riqueza principalmente das Chlorophytas.

A cor tem grande influência nos grupos funcionais J, K, Lo, S1, Sn, mais não podendo ser o único parâmetro que veio a influenciar os grupos sendo necessário outras análises para correlacionar melhor o crescimento delas. A URAMedia pode estar relacionada com a precipitação fazendo com que haja estimulação do crescimento do grupo Sn.

Referências

- Albuquerque, M. V. C., Silva, M. C. C. de P., Cartaxo, A. S. B., Ramos, R. de O., Rodrigues, R. M. M., Sátiro, J. R., Lopes, W. S., Leite, V. D., & Sousa, J. T. de. (2021). Avaliação da influência da biomassa algal no pós tratamento de esgoto doméstico em lagoas de polimento. *Research, Society and Development*, 10(2), e34910212749. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12749>
- American Public Health Association, American Water Works Association – APHA, Rice, E. W., Baird, R. B., Eaton, A. D., Clesceri, L. S., & Water Environment Federation. (2012). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* 2012. Washington, Dc: American Public Health Assn.
- Barros, M. U. G., Lopes, I. K. C., Carvalho, S. M. de C., & Capelo Neto, J. (2017). Impact of filamentous cyanobacteria on the water quality of two tropical reservoirs. *RBRH*, 22(0). <https://doi.org/10.1590/2318-0331.011716072>
- Bernales, A., Tam, J., Sánchez, S., Jacobo, N., Chang, F., Delgado, E., Romero, L., & Demarcq, H. (2022). Grupos funcionales del fitoplancton en el norte del ecosistema de la Corriente de Humboldt. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 37(1), 51–76. <https://doi.org/10.53554/boletin.v37i1.358>
- Dantas, Ê. W. (2010). Ecologia da comunidade de algas planctônicas em reservatórios de Pernambuco (Nordeste, Brasil). *Ufrpe.br*, 143 pp. <https://doi.org/http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/4796>
- Cardoso, A. S., Marwell, D. T. B., Sobral, M. do C. M., Melo, G. L. de, Casé, M. C. C., Cardoso, A. S., Marwell, D. T. B., Sobral, M. do C. M., Melo, G. L., & Casé, M. C. C. (2017). Analysis of phytoplankton presence in an integral basin of the Integration Project of São Francisco River, semiarid region, Northeast Brazil. *Engenharia Sanitaria E Ambiental*, 22(2), 261–269. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522016146707>
- Esteves, F. A. (2011). Fundamentos de limnologia (3rd ed., p. 826). Interciência.
- Gomes, F. B. M., & De Paula, D. P. (2019). Determinação e avaliação do Índice de Estado Trófico (IET) em rio urbano localizado no estado do Ceará, Brasil. *Revista Da Casa Da Geografia de Sobral (RCGS)*, 21(2), 730–744. <https://doi.org/10.35701/rcgs.v21n2.487>
- Gil-Guarín, I. C., Villabona-González, S. L., & Ríos-Pulgarín, M. I. (2022). Dinámica temporal y espacial de los grupos funcionales del fitoplancton en un embalse tropical colombiano. *Limnetica*, 41(2). <https://doi.org/10.23818/limn.41.20>
- Hemraj, D. A., Hossain, M. A., Ye, Q., Qin, J. G., & Leterme, S. C. (2017). Plankton bioindicators of environmental conditions in coastal lagoons. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 184, 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.10.045>
- Hussain, F., Shah, S. Z., & Zahid, H. (2016). Indexing the cyanobacterial communities of different ecological habitats of malakand pakistan - ProQuest [Review of Indexing the cyanobacterial communities of different ecological habitats of malakand pakistan - ProQuest]. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 22(1), 37–47. <https://www.proquest.com/docview/1783111598?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Iatskiu, P. *Traços e grupos funcionais do fitoplâncton na avaliação da redundância funcional e restauração lacustre em planícies de inundação*. 2021. 94 f. Tese (doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais)--Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Biologia, Maringá, PR. <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/6550>
- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. *Instituto Nacional de Meteorologia*. <https://portal.inmet.gov.br>
- Jacobo, N., Sánchez, S., Bernales Jiménez, A., Chang, F., & Flores Gonzáles, G. (2021). Variabilidad estacional del fitoplancton y su asociación con parámetros físicos-químicos, bahía de Miraflores (12° S). *Instituto del Mar del Perú*, 48(2), 2021, p. 173-185. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3571>
- Lopes, A. M. M. B., Gomes, L. N. L., Martins, F. de C., Cerqueira, D. A., Mota Filho, C. R., Sperling, E. von, & Pádua, V. L. de. (2016). Dinâmica de protozoários patogênicos e cianobactérias em um reservatório de abastecimento público de água no sudeste do Brasil. *Engenharia Sanitaria E Ambiental*, 22(1), 25–43. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522016143529>
- Leira, M. H., Cunha, L. T. da, Braz, M. S., Melo, C. C. V., Botelho, H. A., & Reghim, L. S. (2017). Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. *Pubvet*, 11(1), 11–17. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v11n1.11-17>
- Macêdo, I. M. E., Oliveira, F. H. P. C. de, Lira, O. O. de, Padilha, M. D. R. de F., Machado, J., Nóbrega, R. S., & Shinohara, N. K. S. (2017). Relação Fitoplâncton - Zooplâncton em Ambiente Oligotrófico (Fitoplankton-Zooplankton Relationship in Oligotrophic Environment). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10(5), 1368. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v.10.5.p1368-1376>
- Oliveira, A. K. M. de, Paiva, B. O., Barbosa, N. F. M., & Vendel, A. L. (2022). Fatores abióticos associados à poluição por microplásticos em águas superficiais de um estuário tropical. *Research, Society and Development*, 11(12), e164111234457. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34457>

- Oliver, S. L., & Ribeiro, H. (2014). Variabilidade climática e qualidade da água do Reservatório Guarapiranga. *Estudos Avançados*, 28(82), 95–128. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142014000300007>
- Reynolds, C. S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., & Melo, S. (2002). Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, 24(5), 417–428. <https://doi.org/10.1093/plankt/24.5.417>
- Sant'Anna, C. L., Tucci, A., Azevedo, M. T. P., Melcher, S. S., Werner, V. R., Malone, C. F. S., Rossini, E. F., Jacinavicius, F. R., Hentschke, G. S., Osti, J. A. S., Santos, K. R. S., Gama-Júnior, W. A., Rosal, C., & Adame, G. (2012). *Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras* (p. 174). Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficologia. https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2013/09/virtuais_3atlas.pdf
- Sipaúba-Tavares, L. H., Millan, R. N., Capitano, É. C. O., & Scardoelli-Truzzi, B. (2019). Abiotic parameters and planktonic community of an earthen fish pond with continuous water flow. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 31. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x3018>
- Silva, D. C. V. R., Queiroz, L. G., Alamino, D. A., Fernandes, J. G., Silva, S. C., Paiva, T. C. B. de, & Pompêo, M. L. M. (2018). Avaliação da eficiência de um índice de estado trófico na determinação da qualidade da água de reservatórios para abastecimento público. *Engenharia Sanitaria E Ambiental*, 23(4), 627–635. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522018168445>
- Sousa, E. B. de, Gomes, A. L., Cunha, C. J. S., Pires, P. V. B., Pinheiro, S. C. C., & Costa-Tavares, V. B. (2022). O fitoplâncton, com ênfase nas cianobactérias potencialmente tóxicas, da Ilha do Amor, Alter do Chão (Santarém, Pará, Brasil). *Research, Society and Development*, 11(5), e35411528227. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28227>
- Souza, V. R. S. de, Chaves, Ícaro C. F., Oliveira, J. C. M. de, Alves, C. F., Gouveia, R. L., Lucena, L. F., Rodrigues, M. S., & Fernandes, M. L. B. (2022). Análise primária da comunidade fitoplanctônica do canal de captação de água de uma usina termelétrica no Nordeste do Brasil. *Research, Society and Development*, 11(10), e476111033237. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i10.33237>
- Vieira, R. de S., Oliveira, E. C. C., Ricarte, E. M. F., Rodrigues, J. L. G., Vieira, D. S., Alencar, S. A. de, Teixeira, R. N. P., & Lacerda, S. R. (2020). Dominância de Cianobactérias na composição do Fitoplâncton em Reservatório de abastecimento no Semiárido Cearense. *Research, Society and Development*, 9(11), e339119476. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9476>
- Wiegand, M. C., Piedra, J. I. G., & Araújo, J. C. de. (2016). Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmido (Cuba) e semiárido (Brasil). *Engenharia Sanitaria E Ambiental*, 21(2), 415–424. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522016139527>
- Weyhenmeyer, G. A., Willén, E., & Sonesten, L. (2004). Effects of an extreme precipitation event on water chemistry and phytoplankton in the Swedish Lake Mälaren. *Boreal Environment Research*, 9, 409–420. <https://doi.org/ISSN 1239-6095>
- Zanon, F. M., Iatskiu, P., Lemke, M. J., Velho, L. F. M., & Rodrigues, L. C. (2021) Grupos Funcionais Fitoplanctônicos Evidenciam Diferenças Ambientais Em Uma Planície de Inundação Temperada. *Oecologia Australis*, 25(3), 648-661. <https://doi.org/10.4257/oeco.2021.2503.02>