



ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO LAGO DA ACLIMAÇÃO, INSERIDO NA MAIOR METRÓPOLE DO PAÍS, SÃO PAULO/SP

Leonardo Caetano Damião Feitoza

Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade Guarulhos, Guarulhos, São Paulo, Brasil

lleobiogeo@gmail.com

João Alexandre Saviolo Osti

Programa de Pós-Graduação e Pesquisa, Mestrado em Análise Ambiental da Universidade Guarulhos, Guarulhos, São Paulo, Brasil

jale.osti@gmail.com

Clóvis Ferreira do Carmo

Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil

clovis.carmo@sp.gov.br

Yuri Keller Martins

Professor na Rede Pública Estadual, Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil

yurik@prof.educacao.sp.gov.br

Paola Lupianhes Dall' Occo

Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brasil

paola.occo@mackenzie.br

Cacilda Thais Janson Mercante

Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil

cacilda.mercante@sp.gov.br

Resumo: Lagos urbanos surgem como significativos moduladores do clima e da paisagem, além de serem locais para lazer e servirem de habitat para a flora e fauna local. O fitoplâncton é um grupo sensível às alterações ambientais do meio onde se vivem, sendo, portanto, indicado como importante ferramenta para o diagnóstico, avaliação e remediação de ecossistemas aquáticos. Este estudo objetivou analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica do Lago do Parque da Aclimação, um corpo d'água urbano localizado na Cidade de São Paulo/SP. Amostras de água foram coletadas mensalmente entre abril de 2022 e março de 2023 (n=11). Foram identificados 97 táxons, principalmente representado pelas classes Chlorophyceae, Cyanobacteria e Diatomáceas. Os resultados evidenciaram variação na composição fitoplanctônica entre os períodos amostrais (seco/chuvoso). Chlorophyceae estiveram presentes em ambos os períodos, este grupo é comumente encontrado em lagos urbanos e estão relacionados a amplitude morfológica de seus táxons e exigência nutricional, fato que lhes concedem ampla distribuição em ambientes com diferentes níveis de nutrientes. Cianobactérias podem estar associadas ao enriquecimento de nutrientes e elevações da temperatura. Concluiu-se que a sazonalidade foi fator determinante na estrutura da comunidade fitoplanctônica do lago da Aclimação, e que estes organismos se mostraram sensíveis às variações ambientais.

Palavras-chave: clorofíceas, diagnóstico ambiental, eutrofização, microalgas.



1. Introdução

Os centros urbanos se estabeleceram ao longo dos séculos as margens de rios, córregos e lagos, destacando a importância da gestão desses corpos d'água para a harmonia da paisagem urbana e qualidade do clima local (Assad, 2013). Nesse contexto os lagos artificiais urbanos surgem como significativos moduladores do clima e paisagem onde se situam, além de serem, por muitas vezes, grandes destinos turísticos (lazer da população) e servirem de habitat para a flora e fauna local (Nucci, 2001; Costa *et al.*, 2020). Inseridos em meio a centros urbanos os lagos artificiais sofrem com degradação ambiental (Sant'Anna *et al.*, 2017), a falta de infraestrutura de saneamento básico, causada pela acelerada mudança do uso do solo, acaba por culminar na destinação de parte dos resíduos gerados pelo meio urbano diretamente para estes ambientes, ocasionando a diminuição da diversidade de habitats e micro habitats e a degradação dos recursos hídricos (Goulart; Callisto, 2003).

O lançamento indiscriminado de efluentes domésticos e industriais ao corpo d'água, excepcionalmente compostos derivados do nitrogênio (N) e fósforo (P), desencadeia o processo de eutrofização. O aumento da concentração de tais nutrientes tem papel fundamental sobre o aumento da produção primária do fitoplâncton, quando em altas concentrações propiciam a formação de florações, pois são nutrientes habitualmente escassos em ambientes naturais (Mendonça, 2019; Smith; Tilman; Nekola, 1999). A formação de floração fitoplanctônica é um fenômeno comum em ambientes de água doce. A dinâmica das florações pode ser determinada por uma sucessão de grupos complexos de algas e cianobactérias evolutivamente variáveis, moldados por diferentes fatores ambientais, onde a distribuição e dinâmica desta comunidade refletem o funcionamento dos ecossistemas aquáticos (Brasil; Huszar, 2011).

O fitoplâncton é um grupo extremamente sensível as alterações ambientais do meio onde se encontram, sendo, portanto, indicado em inúmeros trabalhos como importante ferramenta para o diagnóstico, avaliação e remediação de ecossistemas aquáticos (Dos Santos *et al.*, 2021; Rodrigues, 2018; Velez-Azanero, 2016). Assim, estudos ecológicos que avaliem a comunidade fitoplanctônica são de fundamental importância, pois, trata-se de elementos cruciais para adequada avaliação ambiental, bem como para mitigar os danos ecológicos oriundos da crescente urbanização (Gentil *et al.*, 2008).

Assim, considerando que a comunidade fitoplanctônica tem grande importância ecológica nos ecossistemas aquáticos e que a heterogeneidade temporal é um fator determinante para a abundância, estrutura e funcionamento das comunidades aquáticas. O objetivo deste estudo foi analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica lago urbano do Parque da Aclimação, São Paulo/SP, ao longo de um ciclo sazonal completo.

2. Fundamentação teórica

Espera-se que até 2030 cerca de 60% da população mundial resida nos centros urbanos. No Brasil, a taxa de urbanização pode duplicar até 2050 (ONU, 2018). Com esse crescente no desenvolvimento urbano, as cidades estão se tornando ambientes insustentáveis devido à alta densidade de construção, aumento populacional e recursos limitados.

A cidade de São Paulo, estado de São Paulo/Brasil, com quase 12 milhões de habitantes é considerada a maior cidade da América Latina (IBGE, 2022). Assim como em outras grandes metrópoles é carente de áreas verdes, desta forma é de grande importância socioambiental a preservação e manutenção dos parques e áreas verdes do município.

Localizado na região central da cidade de São Paulo o Lago da Aclimação é, sem dúvida, a principal atração do Parque da Aclimação. O lago é resultante do barramento dos córregos



Pedra Azul e Jurubatuba, ambos canalizados e com grande incidência de despejo de esgoto *in natura* em sua microbacia hidrográfica, desencadeando um processo de eutrofização artificial que tende a se intensificar ao chegar ao lago por conta do maior tempo de residência da água e da incidência solar (Hashimoto, 1988; Bertolino, 2018). O processo de eutrofização gerado a partir do aporte de efluentes é acompanhado pelo aumento exacerbado da produção primária, um dos protagonistas desse aumento é o fitoplâncton, um importante bioindicador de qualidade ambiental (Carvalho, 2003; Cooke *et al.*, 2005; Tucci, 2006; Tundisi, 2008). Esta característica se deve ao curto ciclo de vida (2 a 3 dias) e a fato de respondem rapidamente às mínimas alterações nos ambientes aquáticos através da modificação na estrutura de sua comunidade podendo contribuir nas tomadas de decisão relacionadas à gestão (Rosini *et al.*, 2016).

Trabalhos de cunho taxonômicos e ecológicos relacionados a comunidade fitoplanctônica e sua relação com os fatores ambientais em rios, lagos e reservatórios no Estado de São Paulo são realizados desde o século 19 (Bicudo, 2022), entretanto, os trabalhos envolvendo a comunidade de lagos urbanos ainda são escassos. Na cidade de São Paulo destacam-se os estudos realizados por mais de seis décadas no Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), onde foram inventariados 869 táxons de algas, incluindo espécies, variedade e formas taxonômicas (Bicudo, 2019). Estes estudos foram voltados a flora ficológica (Sant'Anna *et al.*, 1989; Azevedo; Sant'Anna, 1999; Tucci *et al.*, 2006; Ferreira, 2017; Bicudo, 2020) e a ecologia e dinâmica da comunidade planctônica e perifítica (Sant'Anna *et al.*, 1997; Bicudo *et al.*, 1999; Crossetti; Bicudo, 2005; Gentil *et al.*, 2008).

O Lago da Aclimação possui uma infinidade de interações entre a ação antrópica e o ecossistema aquático, entretanto, pouco se sabe acerca da flora ficológica deste ambiente, tão pouco quanto a estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica frente às condições ambientais. Fundamentando a necessidade da ampliação dos estudos ecológicos em corpos d'água urbanos a fim de assegurar a beleza cênica e seus serviços ecossistêmicos.

3. Metodologia

3.1 Área de estudo e delineamento amostral

O Parque da Aclimação (Figura 1) é uma área pública de lazer localizada na Rua Muniz de Sousa, nº 1119, na região central da cidade de São Paulo, no bairro da Aclimação e que atualmente conta com uma área aproximada de 112.000 m², administrado pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente (SVMA) da Prefeitura de São Paulo. O lago do parque da Aclimação pertence à Bacia do Córrego da Aclimação. A área total da bacia até a barragem do lago da Aclimação é de aproximadamente 2,24 Km². No lago da Aclimação ocorre o encontro e barramento dos córregos Pedra Azul e Jurubatuba.

No presente estudo, foram realizadas coletas mensais em uma única estação amostral localizada próxima ao barramento dos córregos. As coletas se iniciaram em abril de 2022 e se estenderam até março de 2023 (exceto novembro), totalizando um ciclo sazonal (n = 11). As coletas mensais foram agrupadas em período seco e chuvoso, utilizando a precipitação acumulada do mês como referência, onde meses com precipitação acima de 100 mm/mês foram agrupadas como período chuvoso e meses abaixo deste valor foram agrupadas como período seco. Os dados de pluviometria foram obtidos a partir do banco de dados de uma das estações meteorológicas do Centro de Gerenciamento de Emergências Climáticas da Prefeitura de São Paulo (CGESP).



Figura 1: Imagem de satélite do Parque da Aclimação e localização dos córregos Jurubatuba, Pedra Azul e Aclimação.



Fonte: Adaptado de Bing satélite (2024).

3.2 Análise da comunidade fitoplanctônica

Para análise taxonômica da comunidade fitoplanctônica, amostra de água foi filtrada através de uma rede de plâncton com abertura de malha de 20 μm . As amostras foram armazenadas em um frasco de vidro e fixado em formalina a 5%. A análise taxonômica foi realizada em microscópio óptico OLYMPUS BX51, em aumento de 600 vezes. A identificação dos organismos, foram realizadas de acordo com o conceito morfológico de espécie de acordo com os critérios de Komárek e Fott (1983). O sistema de classificação supra genéricos adotado foi de Bicudo e Menezes (2017). A identificação taxonômica em níveis infragenéricos e infraespecíficos foi baseada na base de dados do algaebase (Guiry; Guiry, 2024).

Para a análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica, uma amostra de água foi coletada com auxílio de uma garrafa do tipo van Dorn, armazenada em frasco do tipo Wheaton e fixada em solução aquosa de lugol acético a 1%. A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo metodologia descrita por Utermöhl (1958), considerando o tempo de três horas para a sedimentação do material a cada um centímetro de altura da câmara (Lund, 1958) utilizando microscópio invertido da marca Leica DM, aumento de 600X. As contagens foram realizadas em transectos horizontais e verticais, e o limite de contagem foi estabelecido com base em dois critérios: (1) até serem atingidos 100 indivíduos de uma mesma espécie e (2) a curva de rarefação (sete campos consecutivos sem ser encontrado um táxon ainda não observado) (Bicudo, 1990). Cada célula, cenóbio, colônia e filamento foi considerado um indivíduo. O cálculo da densidade relativa fitoplanctônica foi realizado conforme Weber (1973), onde os resultados são expressos em org ml^{-1} conforme a Equação 1.



$\text{org ml}^{-1} = [n / (s \cdot c \cdot h)] \cdot f$ (Equação 1)

Onde:

org ml^{-1} = organismos por mililitro;

n = número de indivíduos contados;

s = área do campo de contagem (mm^2);

c = número de campos contados;

h = altura da câmara de sedimentação utilizada (mm);

f = fator de correção de mm^3 para ml (10^3).

Táxons que apresentaram densidade relativa igual ou superior a 1% da densidade total do período amostral e que conjuntamente somaram ao menos 80% da densidade total, foram consideradas táxons descritores da comunidade fitoplanctônica.

4. Resultados e discussão

Durante o período de estudo, foi registrada grande variação na composição fitoplanctônica entre os períodos amostrais. A riqueza taxonômica foi delineada pelos períodos hidrológicos, onde o período seco apresentou os menores valores de riqueza e menor amplitude no número de espécies (média= $32,6 \pm 3,3$), enquanto o período chuvoso apresentou uma maior riqueza de táxons e amplitude de variação do número de espécies (média= $38,5 \pm 7,2$) (Figura 2).

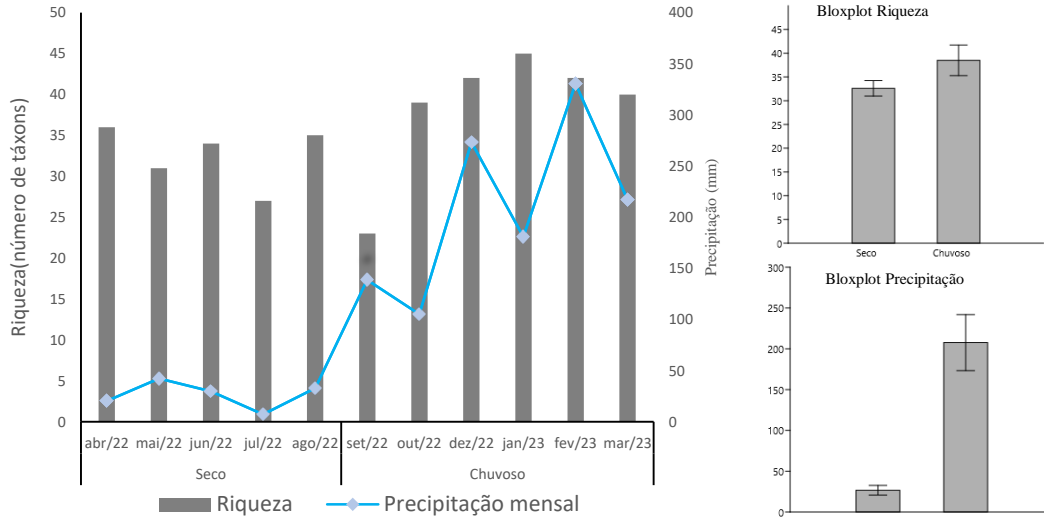
Ao longo do período de estudo foram identificados 97 táxons fitoplanctônicos distribuídos em 12 classes taxonômicas (Figura 2). Os táxons foram representados por 41% de Chlorophyceae, 18% de Cyanobacteria, 18% táxons de Trebouxiophyceae, 7% de Diatomaceae, 4% de Cryptophyceae, 4% de Euglenophyceae, 3% de Clamydophyceae e 1% foi a contribuição das Dinophyceae, Crysophyceae, Eustigmatophyceae, Xantophyceae e Zignematophyceae.

A presença de espécimes de algas verdes (clorofíceas e trebouxiofíceas) é comumente mencionada em estudos realizados em lagos urbanos (Gentil *et al.*, 2008; Bicudo, 2020), isso está relacionado a maior amplitude morfológica de seus táxons e suas diferentes premissas ambientais, quando comparado com os demais classes taxonômicas, fato que lhes concedem uma ampla possibilidade de distribuição em águas com diferentes níveis de disponibilidades de nutrientes, sejam eles ambientes eutróficos, mesotróficos ou oligotróficos (Tucci, 2002). A presença de espécies de cianobactérias é comum nas águas no Estado de São Paulo (CETESB, 2022). Entretanto, em ambientes eutrofizados, ocorrem em elevadas densidades o que está relacionado à períodos de temperaturas elevadas e elevadas concentrações de nutrientes, ainda a sua disposição na coluna d'água pode variar de acordo com a disponibilidade de luz (Chorus; Bartram, 1999; Bicudo; Menezes, 2017).

As maiores densidades fitoplanctônicas foram registradas em junho de 2022 e janeiro de 2023, correspondendo a $58.357 \text{ org. mL}^{-1}$ e $43.389 \text{ org. mL}^{-1}$, respectivamente (Figura 3a). Nestes períodos amostrais, a classe das diatomáceas contribuiu respectivamente com 34% e 46% na estrutura da comunidade fitoplanctônica (Figura 3b), sendo a mais representativa nestes períodos.

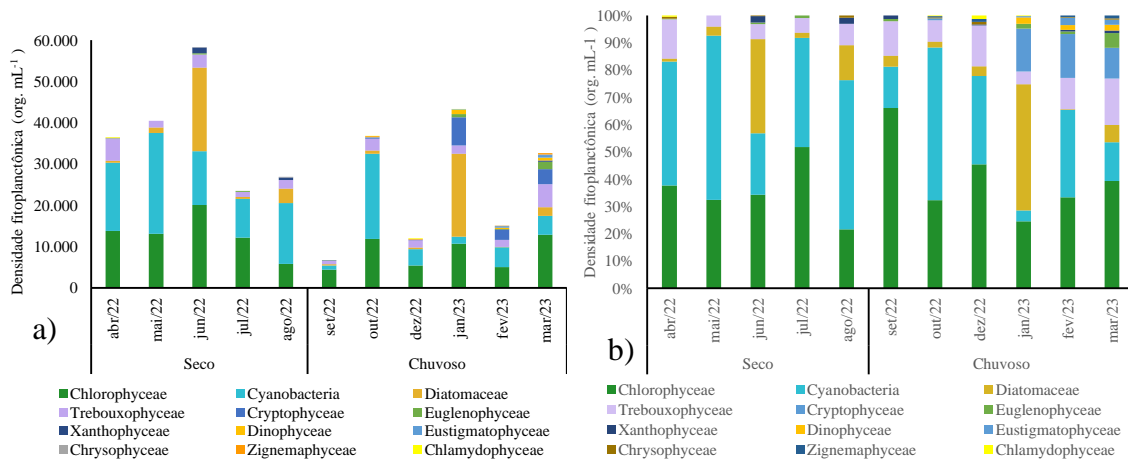


Figura 2: Variação temporal da riqueza fitoplanctônica e da precipitação mensal do Lago da Aclimação ao longo de um ciclo sazonal completo (n=11).



Fonte: Autores (2024).

Figura 3: Variação temporal da densidade fitoplanctônica (a) e da porcentagem de contribuição (b) no Lago do Parque da Aclimação ao longo de um ciclo sazonal completo (n= 11).



Fonte: Autor (2024).

A classe Chlorophyceae demonstrou maior contribuição nos valores de densidade em 5 períodos distintos (junho, setembro, dezembro, fevereiro e março), com variação de 33% a 66% de contribuição para a estrutura da comunidade fitoplanctônica (Figura 3b). Em seguida observamos Cyanobacteria, sendo o grupo mais representativo em 4 períodos (abril, maio, agosto e outubro) com variação de 45% a 60% de contribuição, sendo maio e outubro os períodos em que foram obtidos os maiores valores de densidade de 24.410 org. mL⁻¹ e de 20.609 org. mL⁻¹, respectivamente (Figura 3a).



Tabela 1: Táxons descritores da comunidade fitoplanctônica do Lago do Parque da Aclimação (porcentagem de contribuição acima de 1%).

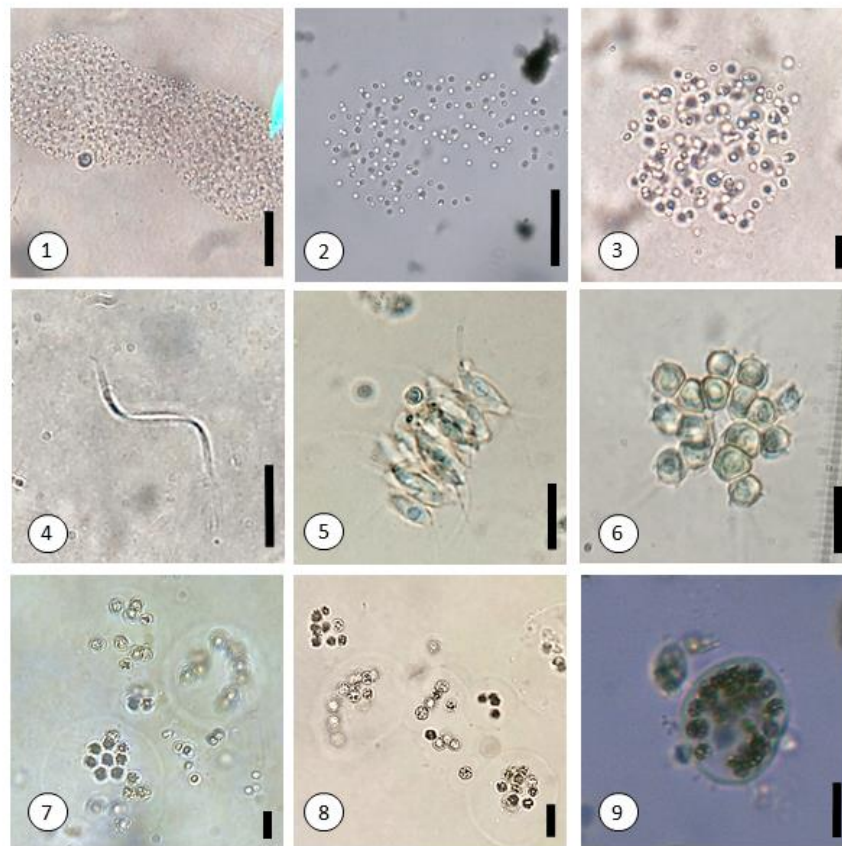
Táxons	Porcentagem de contribuição (%)
Chlorophyceae	
<i>Desmodesmus</i> sp1.	12,17
<i>Desmodesmus communis</i> E.Hegewald	4,14
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chodat) E.H.Hegewald	2,83
<i>Tetraedron</i> sp1.	1,98
<i>Malomonas</i> sp1.	1,32
<i>Desmodesmus</i> sp2.	1,21
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Möbius	1,21
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	1,18
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Korshikov	1,14
Cryptophyceae	
<i>Rhodomonas lacustris</i> Pascher & Ruttner	2,70
Cyanobacteria	
<i>Microcystis wesenbergii</i> Komárek	10,88
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West	7,46
<i>Aphanocapsa elachista</i> West & G.S.West	4,71
Cyanobacteria sp1.	4,35
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	1,86
<i>Aphanocapsa koordersii</i> K.Strøm	1,63
<i>Pseudanabaena</i> sp1.	1,23
Diatomacea	
<i>Achnantheidium</i> sp1.	4,47
<i>Fragilaria</i> sp1.	3,96
<i>Fragilaria</i> sp3.	3,69
<i>Fragilaria</i> sp2.	2,26
Trebouxiophyceae	
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	2,95
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C.Wood	1,61
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i> Hindák	1,40
Zignematophyceae	
<i>Cosmarium</i> sp1.	1,46

Fonte: Autores (2024).

Dentre os 97 táxons, 25 espécies foram selecionadas como descritoras, e que em conjunto representaram 83,8% da comunidade fitoplanctônica. Sendo que 9 pertencem a classe Chlorophyceae, 7 a Cyanobacteria, 4 a Diatomácea, 3 a Trebouxiophyceae, 1 a Zignematophyceae e 1 Cryptophyceae (Tabela 1). Entre as Cyanobacteria foram selecionadas

cerca de 41% do total de táxons como descritoras, ressaltando a magnitude de seu impacto para a comunidade. O táxon que apresentou a maior porcentagem de contribuição para a comunidade foi o *Desmodesmus* sp1 (12,17%), seguido de 3 espécies de Cyanobacteria: *Microcystis wesenbergii* (10,88%), *Aphanocapsa delicatissima* (7,46%) e *Aphanocapsa elachista* (4,71%). Sendo *Microcystis wesenbergii* uma espécie potencialmente causadora de florações tóxicas (CETESB, 2013). Fotos de algumas espécies descritoras são apresentadas na figura 4.

Figura 4- Apresentação de algumas espécies descritoras da comunidade fitoplanctônica do lago do Parque da Aclimação. 1-2. *Aphanocapsa delicatissima*. 3. *Aphanocapsa koordersii*. 4. Cyanobacteria sp1. 5-6. *Desmodesmus* sp1. 7-9. *Microcystis wesenbergii*



Fonte: Autores (2024).

A densidade e a distribuição da comunidade fitoplanctônica presentes no lago do Parque da Aclimação indicam aporte de nutrientes, podendo ser oriundo do despejo de esgoto in natura, o que eleva os índices de densidade fitoplanctônica e eventos de florações de cianobactérias (Adame, 2013; Pearl *et al.*, 2020, Martins *et al.*, 2024). Sob a influência da sazonalidade do hemisfério sul, que traz consigo as maiores temperaturas e o aumento dos valores de pluviosidade durante o período chuvoso, e também a homogeneidade do clima durante o período seco, a comunidade fitoplanctônica tende a se alterar diante de tais variáveis (Bortolini, 2013), como por exemplo, a maior heterogeneidade da riqueza fitoplanctônica (Figura 2) obtida no período chuvoso e a maior densidade fitoplanctônica durante o período seco (Figura 3).



Segundo Chellappa *et al.* (2009), em condições em que a competição por nutrientes não é o principal fator limitante, a comunidade fitoplanctônica é orientada mais pelos padrões hidrológicos e distúrbios ambientais do que pelo estado trófico do local, tendo como no presente estudo grande disparidade entre os períodos seco e chuvoso e homogeneidade entre os períodos amostrais que os formam. Chaves (2013) atribuiu o registro de períodos de maior riqueza de indivíduos à regimes de distúrbio ambiental no decorrer do período chuvoso, onde a mudança abrupta da profundidade e nível da água foram mais relevantes que a disponibilidade de nutrientes. O lago alvo desse estudo por ser um lago relativamente pequeno e raso possivelmente compartilha da mesma premissa, onde a coexistência de certos grupos é influenciada pelos eventos do período chuvoso e a dominância de certos grupos é estimulada a partir do momento que o distúrbio cessa e os fatores físico-químicos da água voltam a ser fatores limitantes, formando assim duas estruturas distintas da comunidade fitoplanctônica.

Os elevadíssimos valores de densidade de cianobactérias durante o período seco corroboram com a premissa de que a sazonalidade é mais relevante para a dominância do grupo sobre outros do que o próprio aporte de nutrientes e provavelmente até mesmo mais do que a temperatura, uma vez que o grupo é tido como estimulado por altas concentrações de nutrientes e altas temperaturas (Gentil, 2008; Bortolini, 2013; Dos Santos, 2021).

5. Conclusões

Este estudo contribuiu para a compreensão da estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica de lagos urbanos localizados em grandes metrópoles, como é o caso do Parque da Aclimação, destacando-se a influenciados ciclos sazonais e hidrológicos sobre a composição e densidade fitoplanctônica. Concluiu-se que a heterogeneidade temporal foi fator determinante para a estrutura da comunidade fitoplanctônica do lago da Aclimação, e que estes organismos se mostraram sensíveis às variações ambientais.

Os resultados indicam que a comunidade fitoplanctônica é fortemente sensível ao aporte de nutrientes, o que reforça a necessidade de ferramentas que visem a mitigação dos impactos antrópicos. Sugerimos que estudos futuros abordem o monitoramento contínuo do lago, com abordagem na identificação de estratégias de manejo e na aplicação de bioindicadores fitoplanctônicos como ferramentas para avaliação de impactos e conservação.

6. Agradecimentos

Agradecemos à Secretaria de Verde e Meio Ambiente (SVMA) da Prefeitura de São Paulo pela autorização para a realização do presente estudo. Ao técnico Luiz Claudio dos Santos Evangelista pelo auxílio nas atividades de campo com a coleta do material.



7. Referências bibliográficas

- ADAME, G. **Heterogeneidade espacial e temporal da composição taxonômica das comunidades fitoplanctônica e perifítica (exceto diatomáceas) do Lago das Ninféias**. 2013, 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado). Centro Universitário Fundação Santo André, Santo André, 2013.
- ASSAD, L. Cidades nascem abraçadas a seus rios, mas lhes viram as costas no crescimento. **Ciência e Cultura**, vol.65, n.2, p.06-09, 2013
- AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L. Coelosphaerium evidenter-marginatum, a new planktonic species of Cyanophyceae/Cyanobacteria from São Paulo State, Southeastern Brazil. **Algological Studies**. v. 94:35-43. 1999.
- BERTOLINO, A.M.; VIEIRA, T.R. Diagnóstico ambiental e plano de ação para mitigação dos impactos negativos da Bacia Hidrográfica da Aclimação. **ECO.A**. v. 4, pág. 9-13, 2018. Disponível em: <https://portal.fmu.br/wp-content/uploads/revistas/REVISTA-ECO.A-2018-Ed.-4.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.
- BICUDO, C. E. M. FAPESP and the São Paulo state freshwater algal flora: history and challenges. **Biota Neotropica**, 22 (spe), e20221433. 2022.
- BICUDO, C. E. M. PEFI algal flora: a half-century of investigation. **Hoehnea**, v. 47, e232019. 2020.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. 3ª ed. São Carlos: RiMa: p. 554. 2017.
- BICUDO, C.E.M. Metodologia para o estudo qualitativo das algas do perifíton. **Acta Limnol. Brasil**, v. 3, p. 477-491, 1990.
- BICUDO, C.E.M.; RAMÍREZ, J.J.R.; TUCCI, A.; BICUDO, D.C. Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: o Lago das Garças, São Paulo. **Fundibio**. p. 449-508. 1999.
- BORTOLINI, J.; BUENO, N.. Seasonal variation of the phytoplankton community structure in the São João River, Iguazu National Park, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** , v. 73, n. 1, p. 1–14, fev. 2013.
- BRASIL, J., & HUSZAR, V.L.M., O papel dos traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental. **Oecol. Aust.** v. 15(4), pg.799-834. 2011.
- CARVALHO, M.C. **Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo**. 2003. 130 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Saúde Pública, São Paulo. 2003.
- CETESB (São Paulo). **Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais** / CETESB; Maria do Carmo Carvalho ... [et al.]. São Paulo: CETESB, 2013.
- CETESB (São Paulo). **Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**, São Paulo: CETESB, 2022.
- CHAVES, Francisco Ítalo Barbosa. **Dinâmica de fitoplâncton e variáveis limnológicas no reservatório de General Sampaio, semiárido do Ceará**. 2013. 108 f. Tese (Doutorado em ecologia e recursos naturais). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2013.
- CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, T.; CÂMARA, R. R. A.; ROCHA, O.; CHELLAPPA, S. Impact of stress and disturbance factors on the phytoplankton communities in Northeastern Brazil reservoir. **Limnologia**, v. 39, p. 273-282, 2009.



- CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Eds.). **Cianobactérias tóxicas na água: um guia para suas consequências para a saúde pública, monitoramento e gerenciamento** (1ª ed.). 1999.
- COOKE, G.D.; WELCH, E.B.; PETERSON, S.A.; NICHOLS, S.A. **Restoration and Management of Lakes and Reservoirs 3ª ed.** EUA: Taylor & Francis Group. 575p. 2005.
- COSTA, A.P.C.; LUCIANE, H.; BECKER, S. *et al.* Land cover is the main correlate of phytoplankton beta diversity in subtropical coastal shallow lakes. **Aquatic Ecology**. V. 54. p. 1015-1028. 2020. DOI: 10.1007/s10452-020-09790-w.
- CROSSETTI, L.O.; BICUDO, C.E.M. Structural and functional phytoplankton responses to nutrient impoverishment in mesocosms placed in a shallow eutrophic reservoir (Garças Pond), São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**. v. 541, p.71-85. 2005.
- DOS SANTOS, B. M.; DOS SANTOS, S. M.; DE SOUZA, C. A.; DOS SANTOS, C. R. A.; BORTOLINI, J. C. A variabilidade ambiental influencia a composição e biomassa fitoplanctônica de um reservatório neotropical. **Oecologia Australis**, Goiânia, v.25, n.1, p.90-102, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/34164>. Acesso em: 18 abr.2024
- GENTIL, R.C.; TUCCI, A., SANT'ANNA CL.; Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e aspectos sanitários de um lago urbano eutrófico em São Paulo, SP. **Hoehnea**. V.35(2): p. 80-265. 2008.
- GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, Pará de Minas, v. 2, n. 1, p. 1-9, 2003.
- GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. **AlgaeBase. World-wide electronic publication, University of Galway**. 2024. Disponível em: <https://www.algaebase.org>; acesso em: 31 de outubro de 2024
- HASHIMOTO, G. **Conheça o Verde. Centro de Pesquisas de História Natural**. São Paulo. 1988.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index>. Acesso em: 29/10/2024.
- KOMÁREK J. & FOTT B. **Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales**. In: Huber Pestalozzi, G., Heynig, H. & Mollenhauer, D.(eds) des Süwassersflora Band (1). Gustav Fischer, Jena, 1044 p. 1983.
- LUND, J.W.G.; KIPLING, C.; LECREN, E.D. The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. **Hydrobiologia**, v.11,143-170. 1958.
- MARTINS, MPM *et al.* Diversidade, dominância e raridade da comunidade fitoplanctônica: um estudo de caso de lagos urbanos tropicais. **Acta Limnologica Brasiliensia** , v. 36, p. e1, 2024.
- NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. São Paulo: Humanitas, 2001.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2018. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>> Acesso em 01/10/2024.
- PAERL, HW, HAVENS, KE, XU, H. *et al.* Mitigando a eutrofização e as florações tóxicas de cianobactérias em grandes lagos: A evolução de um paradigma de redução de nutrientes duplos (N e P). **Hydrobiologia**. v. 847. pgs. 4359–4375. 2020.



- RODRIGUES L. C.; PIVATO, B. M.; VIEIRA L. C. G.; BOVOSCOMPARIN V. M.; BORTOLINI, J. C.; PINEDA, A.; TRAIN, S. Use of phytoplakton functional groups as a model of spatial and temporal patterns in reservoirs: a case study in a reservoir of central Brazil. **Hydrobiologia**, v. 805(1): 147–161. 2018
- ROSINI, E. F.; TUCCI, A.; DO CARMO, C. F.; ROJAS, N. E. T.; DE BARROS, H. P.; MALLASEN, M. Changes in phytoplankton spatial and temporal dynamics in a Brazilian tropical oligotrophic reservoir after net cage installation. **Brazilian Journal of Botany**. v.39(2): 569-581p. 2016.
- SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SORMUS, L. Fitoplâncton do Lago das Garças, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: estudo taxonômico e aspectos ecológicos. **Hoehnea**, v.16, p.89-131, 1989.
- SANT'ANNA, C.L.; SORMUS, L.; TUCCI, A.; AZEVEDO, M.T.P. Variação sazonal do fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, SP. **Hoehnea**, v.24, p.67-86, 1997.
- SANT'ANNA, L. M.; WEITHOFF, G.; FERRAGUT, C. Seasonal and spatial functional shifts in phytoplankton communities of five tropical reservoirs. **Aquatic Ecology**, v. 51(4): 531–543. 2017.
- SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**. v.100. p. 179–196. 1999.
- TUCCI, A. **Sucessão da comunidade fitoplanctônica de um reservatório urbano e eutrófico, São Paulo, SP, Brasil**. 2002. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2002.
- TUCCI, A.; SANT'ANNA, C.L.; GENTIL, R.C.; AZEVEDO, M.T.P. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. **Hoehnea**. v. 33:147-175. 2006.
- TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**, v.22, p.7-16, 2008.
- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. **Mitteilungen. Internationale Vereinigung für Limnologie: Mitteilungen**, v. 9: 1-38. 1958.
- WEBER, C.I. **Biological field and laboratory methods for measuring the quality surface water and effluents. Plankton**. In: National Environmental Research Center Office of Research and Development U. S. Environmental Protection Agency Cincinnati (ed.), U. S. A. 1 – 17. 1973.