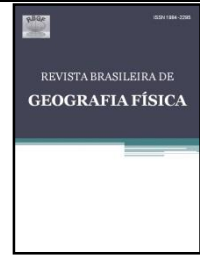




ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Relação Fitoplâncton - Zooplâncton em Ambiente Oligotrófico

Indira Maria Estolano Macêdo<sup>1</sup>, Fábio Henrique Portella Corrêa de Oliveira<sup>2</sup>, Osman de Oliveira Lira<sup>3</sup>, Maria do Rosário de Fátima Padilha<sup>4</sup>, José Machado<sup>4</sup>, Ranyére S. Nóbrega<sup>5</sup>, Neide Kazue Sakugawa Shinohara<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Licenciada em Biologia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: [indiramacedo21@hotmail.com](mailto:indiramacedo21@hotmail.com).

<sup>2</sup> Docente do Departamento de Nutrição. Instituto de Desenvolvimento Educacional (IDE/PE).

<sup>3</sup> Farmacêutico-bioquímico e Sanitarista da FUNASA/PE, Ministério da Saúde.

<sup>4</sup> Docente do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Pernambuco.

<sup>5</sup> Docente do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Pernambuco.

Artigo recebido em 21/04/2017 e aceito em 10/09/2017

### RESUMO

Ecossistemas lênticos de pequeno porte respondem rapidamente às condições ambientais, influenciando a comunidade planctônica devido às flutuações bióticas e abióticas do corpo d'água. Este estudo objetivou analisar os parâmetros físico-químicos e a identificação da comunidade planctônica (fitoplâncton, zooplâncton e bacterioplâncton) presentes no reservatório, correlacionando esses organismos em um ambiente oligotrófico. As análises foram realizadas mensalmente no período de julho/2014 a junho/2016. A análise de todos os parâmetros físico-químicos e biológicos foram realizados de acordo com metodologia oficial. Empregou-se ferramentas estatísticas multivariadas (ACP) e teste de Pearson para avaliar a correlação entre as variáveis abióticas e a biomassa total de cada grupo planctônico. Nesta pesquisa encontrou-se uma relação positiva entre as biomassas totais da comunidade zooplânctônica e fitoplânctônica, entretanto componentes do bacterioplâncton, não foi significativo. Estes resultados indicaram que a predação e/ou competição não são relações ecológicas significativas entre as espécies zooplânctônicas e fitoplânctônicas presentes neste ecossistema oligotrófico, existindo assim uma relação favorável entre os grupos estudados. Desta forma, o desenvolvimento desses organismos foi influenciado pelas mesmas variáveis abióticas (manganês, dureza e temperatura), atuando de forma direta no estabelecimento de suas biomassas.

Palavras-chave: plâncton, reservatório, fatores abióticos.

### Fitoplankton-Zooplankton Relationship in Oligotrophic Environment

#### ABSTRACT

Small lentic ecosystems respond rapidly to environmental conditions, influencing the planktonic community due to the biotic and abiotic fluctuations of the water body. This study aimed to analyze the physicochemical parameters and identification of the planktonic community (phytoplankton, zooplankton, and bacterioplankton) present in the reservoir, correlating these organisms in an oligotrophic environment. The analyses were performed monthly from July/2014 to June/2016. The analysis of all physicochemical and biological parameters was carried out according to the conventional methodology. Multivariate statistical tools (PCA) and Pearson's test were used to evaluate the correlation between the abiotic variables and the total biomass of each planktonic group. In this research was found a positive relation between the total biomasses of the zooplanktonic community and phytoplanktonic. However, components of bacterioplankton were not significant. These results indicate that predation and competition are not significant ecological relationships between zooplanktonic and phytoplanktonic species present in this oligotrophic ecosystem, and there is a favorable relationship between the studied groups. In this way, the development of these organisms was influenced by the same abiotic variables (manganese, hardness, and temperature), acting directly in the establishment of their biomasses.

Keywords: plankton, reservoir, abiotic factors.

#### Introdução

A comunidade planctônica desempenha um papel de transferência de energia dentro de teias alimentares em ambientes aquáticos e ocupam diferentes níveis tróficos. Segundo Almeida (2011),

dentro de um reservatório, o plâncton é classificado como organismos produtores (fitoplâncton e macrófitas), microconsumidores (zooplâncton), macroconsumidores (peixes) e decompositores (bactérias e fungos).

Reservatórios são importantes fontes de abastecimento de água, caracterizados como produtos do represamento do fluxo natural de um rio, transformando um sistema lântico em lótico (Esteves, 2011). Mesmo sendo artificiais, os reservatórios formam uma rede de diferentes elementos que compõem a biodiversidade local, sendo importantes para o refúgio e riqueza de algumas espécies (Serpe, 2015).

No nordeste brasileiro, os reservatórios desempenham papel fundamental na minimização dos impactos provocados pelas secas periódicas que acometem a região. Os usos múltiplos desses ecossistemas dificultam seu manejo e aumentam o grau de interferência e instabilidade na biota aquática. Sendo assim a complexidade em manejar a qualidade da água de um reservatório reside na natureza dinâmica desse sistema, na interferência do homem e a variabilidade nos procedimentos de operação sobre os processos ecológicos (Moura et al., 2008).

De acordo com De Senerpont Domis et al. (2015), dados meteorológicos indicam o aumento significativo dessas variações climáticas em diferentes regiões em todo o planeta, alterando, assim, os padrões de temperatura e precipitação que, muitas vezes, é intensificado pelo fenômeno El Niño.

Os sistemas lânticos estão entre os ecossistemas que são mais influenciados pelas mudanças climáticas, isso porque as alterações de temperaturas afetam seu comportamento térmico, atingindo a estrutura fitoplânctônica e as comunidades de níveis tróficos superiores como o zooplâncton, peixes e outros.

A comunidade planctônica em reservatórios é identificada com um componente importante do ecossistema aquático, pois, através do conjunto de ações realizadas por esses organismos, proporcionará um ambiente equilibrado (Dalu et al., 2013). A comunidade fitoplanctônica atua como bioindicador da qualidade de água, devido aos seus padrões de densidade e diversidade se refletirem nas mudanças ambientais em lagos e reservatórios. Mudanças no crescimento, distribuição e composição de espécies fitoplânctônicas podem estar associadas a vários fatores ambientais, incluindo nutrientes, disponibilidade de luz, temperatura e pressão de pastoreio (Abirhire et al., 2015). Algumas algas planctônicas, como, por exemplo, o grupo das Cyanophyta, quando em floração, são preocupantes, pois podem ser, potencialmente, produtoras de toxinas, podendo afetar a qualidade da água e, como consequência, uma bioacumulação em níveis tróficos superiores (Jiang et al., 2017; Rezaitabar et al., 2017).

A comunidade zooplânctônica em reservatórios é composta por Rotíferos, Crustacea Copépoda que atuam como indicadores da qualidade da água (Almeida, 2011). Esses organismos são caracterizados como elos estruturadores da cadeia trófica de um reservatório, pois participam da transferência de energia entre produtores primários e consumidores de níveis tróficos superiores (Dantas, 2010). A distribuição desses organismos são influenciados por fatores como temperatura (Pinese et al., 2015), oxigênio dissolvido (Dantas, 2010), predadores (Adrian et al., 2009), luminosidade (Paes et al., 2015) e condutividade elétrica; sua densidade e biomassa também são determinados por alternância na sazonalidade durante as estações (Gumiri et al., 2016). Sendo assim, as variações climáticas podem ocasionar uma sucessão de espécies nativas, além de influenciar na estrutura corporal desses organismos, desequilibrando a cadeia trófica do ecossistema (Adrian et al., 2009).

Com relação às suas características bióticas e abióticas, os ecossistemas dulciaquícolas podem ser classificados de acordo com o seu grau de trofia em oligotróficos, mesotróficos e eutróficos (Esteves, 2011). Ecossistemas eutróficos são caracterizados por apresentarem elevadas concentrações de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, que contribuem para a alta produtividade e maiores valores de pH (Dodds e Smith, 2016). Normalmente apresentam elevadas concentrações de sedimentos e matéria orgânica, acarretando baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Do Amaral et al., 2014). Por outro lado, em ecossistemas oligotróficos, são relatadas menores concentrações de nutrientes e matéria orgânica, além de menores valores de turbidez e pH (Almeida et al., 2012). Com relação à comunidade fitoplanctônica, estudos têm mostrado que em ecossistemas eutróficos há predominância de cianobactérias (Taipale et al., 2016), clorofíceas (Pastich et al., 2016), euglenofíceas (Santana et al., 2016) e espécies de rotíferos (Browen et al., 2017), enquanto em ambientes oligotróficos, espécies de diatomáceas são mais abundantes (Taipale et al., 2016). Com relação à comunidade zooplânctônica, a dominância de copepodas calanoidas e ciclopoideas pode indicar baixos graus de trofia (Esteves, 2011).

Diante das características apresentadas no reservatório em estudo e das mudanças climáticas recorrentes e históricas em Pernambuco, podemos hipotetizar que existe uma relação ecológica direta entre fitoplâncton, zooplâncton e bacterioplâncton, com relação ao grau de trofia.

## **Material e Métodos**

### *Área de estudo*

O reservatório Duas Unas encontra-se na cidade de Jaboatão dos Guararapes, nas coordenadas geográficas 08°05'60" S, 35°02'54" W, Datum WGS-84. Trata-se de um espelho d'água formado pelo represamento do rio Una, principal afluente da bacia do Rio Jaboatão, que constitui o sistema hidrográfico mais importante do grupo litorâneo do Estado (Figura 1a). O clima da região é A-Pseudotropical quente e úmido, com período

chuvoso entre março e agosto, segundo Alvarez (2013).

Moura et al. (2008), Aragão (2011) e Silva et al. (2011) classificaram esse reservatório como oligotrófico, devido aos fatores bióticos e abióticos apresentados nestas três pesquisas, por apresentarem baixos teores de nutrientes e baixas concentrações de organismos planctônicos.

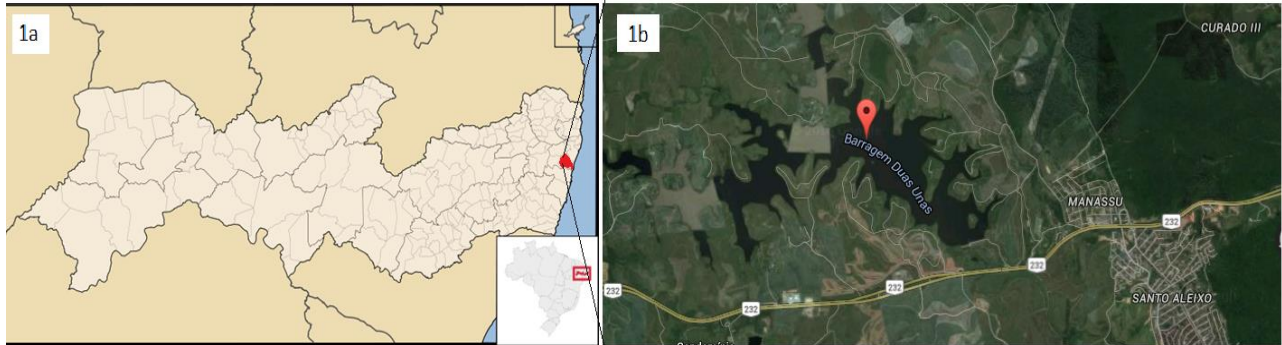


Figura 1. Localização do município de Jaboatão (1a) e da barragem Duas Unas (1b), em Pernambuco, Brasil (Fonte: Google Maps, 2017).

#### *Dados climatológicos da região*

Os dados de precipitação, insolação, evaporação, temperatura, umidade e velocidade do vento foram obtidos no *site* do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017), vinculado ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, na estação meteorológica de Recife, localizada no bairro de Curado, Jaboatão dos Guararapes.

#### *Coleta e preservação das amostras*

As amostras foram coletadas, mensalmente, em duplicata, no período de julho de 2014 a junho de 2016 em dois pontos da subsuperfície (Figura 2): região marginal (2a) e limnética (2b) do corpo d'água, resultando em um total de 46 amostras.

Para todos os parâmetros abióticos, as amostras foram acondicionadas em recipientes de polietileno estéril de 1 litro, segundo recomendações do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA e WEF, 2005).

Para os parâmetros bacteriológicos, as amostras foram acondicionadas em sacos estéreis de polietileno de 100 mL. Amostras fitoplânctônicas foram coletadas em frascos de vidro âmbar, devidamente higienizados, com capacidade de 250 mL e fixadas com lugol acético 1%.

As amostras zooplânctônicas foram obtidas pelo método de filtração de 100 litros de água, com auxílio de uma rede de plâncton de 20 cm, com 60 cm de comprimento e abertura de malha de 64 µm, posteriormente foi acondicionada em recipientes de

polietileno com capacidade de 250 mL e preservadas em formol a 4% (Dantas et al., 2009).

Todas as amostras foram mantidas em baterias de gelo e encaminhadas ao laboratório para realização dos ensaios laboratoriais.

#### *Análise quantitativa físico-químicas*

Foram analisadas as condições físico-químicas: cor, ferro, cobre, flúor, manganês, amônia, nitrato e nitrito, determinados por espectrofotometria. Os cloretos e a dureza foram determinados por titulometria. A determinação do pH, condutividade, turbidez e sólidos totais dissolvidos (STD) foi realizada através da sonda multiparâmetros, pelo método de luminescência (APHA, AWWA e WEF 2005).

#### *Análise quali-quantitativa do plâncton*

Para a contagem de coliformes totais e termotolerantes foi empregada a técnica de tubos múltiplos, com expressão dos resultados em Número Mais Provável (NPM) por 100 mL (APHA, AWWA e WEF 2005).

A análise dos parâmetros bacteriológicos foi realizada de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução Conama N° 357 (Brasil, 2005).

As análises quali-quantitativas do fitoplâncton foram determinadas pelo método de Utermöhl (1958), utilizando microscópio invertido. A identificação do fitoplâncton foi realizada de acordo com a literatura especializada, seguindo Prescott e Vinyard (1982) e Komárek e Cronberg (2001) para as

cianobactérias, Popovský e Pfiester (1990) para os dinoflagelados, Krammer e Langer-Bertalot (1991) para as diatomáceas e John et al. (2002) para os demais fitoflagelados.

As análises quali-quantitativa do zooplâncton foram determinadas utilizando câmaras de

Sedgewick Rafter, com capacidade de 1 mL, sob microscópio óptico (Leica) com aumento de 10 X e a identificação taxonômica foi realizada com uso da bibliografia específica para cada grupo, seguindo Mizuno (1968), Koste (1978), Reid (1985), Montú e Goeden (1986) e Elmoor-Loureiro (1997).

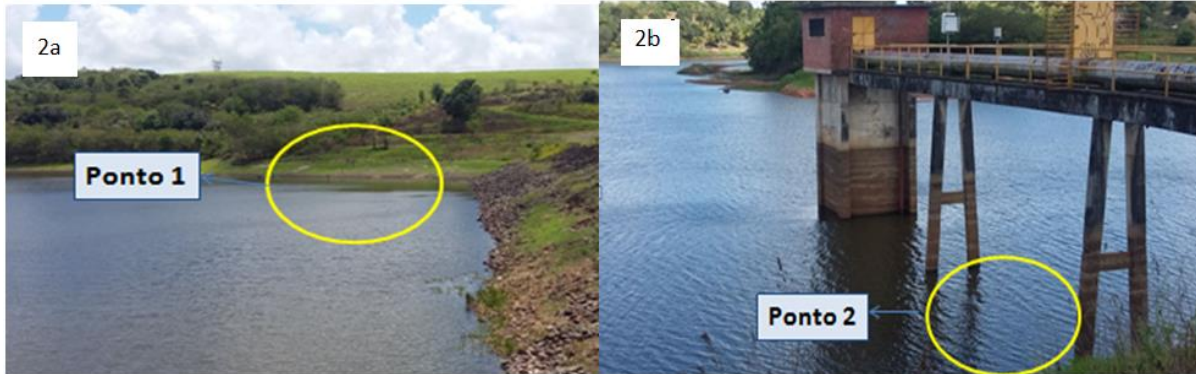


Figura 2. Pontos de coletas amostrais na região marginal (2a) e limnética (2b) no reservatório Duas Unas, em Pernambuco. Fonte: Autor (2016).

#### Análise estatística

Para as análises multivariadas foram utilizadas duas matrizes: uma com dados de biomassa específica e outra com presença e ausência de espécies planctônicas. Foram consideradas apenas as espécies que representaram, no mínimo, 5% da biomassa total. As variáveis bióticas foram transformadas em  $\log(x + 1)$ .

A relação entre as biomassas do fitoplâncton, zooplâncton e bacterioplâncton foi avaliada através da Análise de Componentes Principais (ACP). Para avaliar a correlação entre as variáveis abióticas e a biomassa total de cada grupo planctônico foram realizados testes de correlação de Pearson ou Mann-Whitney, dependendo da normalidade dos dados, avaliada através do teste de Shapiro.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R 3.1.1 (pacote *vegan*).

#### Resultados e Discussão

Com as perspectivas de mudanças climáticas, cientistas, lideranças comunitárias e governantes do mundo todo estão dedicando esforços para compreender a natureza, bem como os efeitos que estas alterações, que ocorrerão no século XXI e posterior a ele, podem causar para a população e para os sistemas socioeconômicos (Santos et al., 2016).

Uma das mais importantes variáveis meteorológicas para estudos climáticos é a precipitação pluvial; esta importância se deve à ligação intrínseca existente entre este fenômeno natural e suas consequências para a sociedade

(Xavier, Maciel e Silva, 2016). A má qualidade dos corpos de água exerce influência direta sobre a saúde da sociedade, podendo causar doenças de veiculação hídrica, que levam à morte milhões de pessoas no mundo (Dutra et al., 2016).

Durante o período de estudo foi encontrada uma relação positiva entre as biomassas totais da comunidade zooplancônica e fitoplancônica, entretanto, quando foi comparada a relação entre os componentes e o bacterioplâncton, não foi encontrada significância (Figura 3). Sendo assim, no ecossistema estudado, a predação parece não ter ocorrido significativamente frente as espécies de fitoplâncton e zooplâncton presentes.

No entanto, estudos de Macedo et al., (2016) e Dantas-Silva e Dantas (2013) descrevem que a competição e a predação influenciam diretamente a comunidade zooplancônica, pois, quando a competição interespecífica e a predação são poucas ou inexistentes, a abundância das espécies é maior e a distribuição é mais homogênea. Sendo assim, quando a predação e a competição são intensas, ocorre uma redução na abundância e sobreposição de espécies no nicho.

Apesar de ter encontrado uma relação direta neste estudo, os estudos citados acima apontam que existe uma relação entre o zooplâncton e o fitoplâncton, onde há influência indireta na comunidade zooplancônica, visto que a biomassa e o desenvolvimento destes organismos dependerão da presença de espécies fitoplancônicas mais ou menos palatáveis.

As biomassas totais de fitoplâncton e zooplâncton foram significativamente influenciadas



( $p < 0,05$ ) pelas concentrações de manganês, dureza e temperatura média do ar. Menores concentrações de manganês estimularam o desenvolvimento, tanto do fitoplâncton ( $t=2,02$ ,  $cor=-0,43$ ), quanto do zooplâncton ( $S=1700,31$ ,  $rho=-0,28$ ). Esses resultados do manganês corroboram os resultados de

Baydum e Oliveira (2017), que mostraram influência do manganês na dinâmica temporal de organismos fitoplânctônicos e Yang et al. (2013) e Kim et al. (2015) afirmaram que o manganês é essencial para o desenvolvimento do zooplâncton.

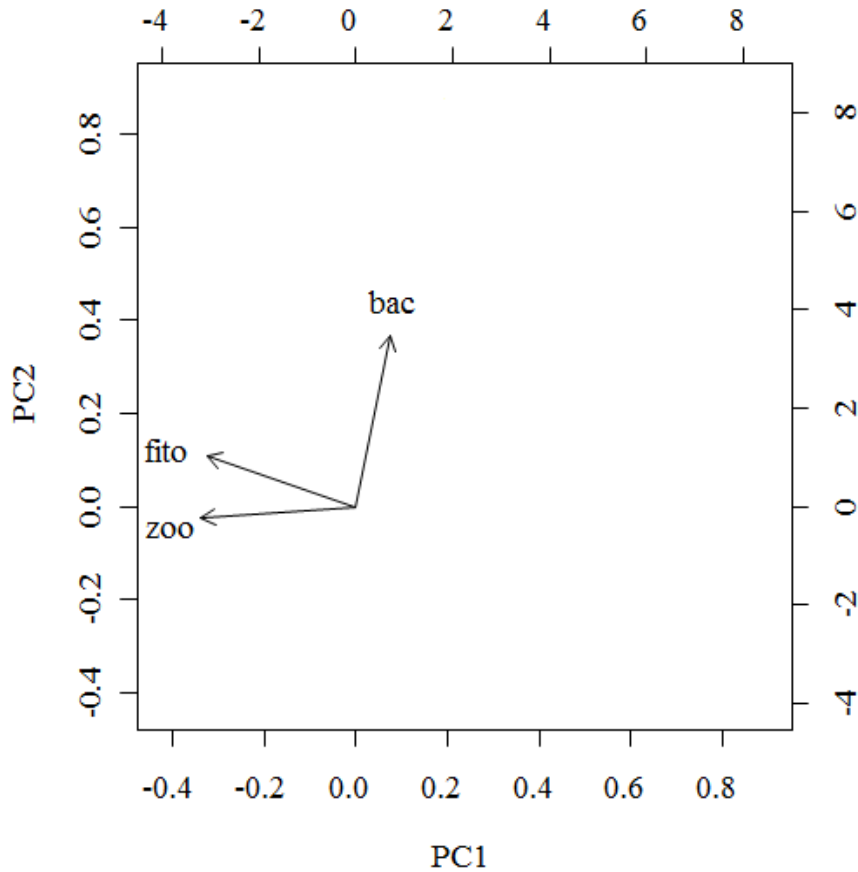


Figura 3. Biplot mostrando a relação entre a biomassa total da comunidade fitoplanctônica (fito), zooplanctônica (zoo) e bacterioplanctônica (bac) durante o período de julho de 2014 a junho de 2016 no reservatório de Duas Unas.

A influência da temperatura também foi observada em estudos de Kremer, Thomas e Litchman (2017), que contribuiu para a taxa de crescimento populacional fitoplanctônico; com relação aos organismos zooplanctônicos, a temperatura controlou a taxa de reprodução, o tamanho da população e o metabolismo de muitas espécies (Abramova et al., 2017; Singh e Shrivastava, 2016).

Os resultados deste estudo relativos às estações mais quentes do ano favoreceram o desenvolvimento de ambos os grupos planctônicos (fitoplâncton:  $t=1,23$ ,  $cor=0,28$ ; zooplâncton:  $S=687,35$ ,  $rho=0,48$ ). No entanto, em pesquisas de Caballero et al. (2015), Jeppsen et al. (2015) e Adrian et al. (2013) foram evidenciados resultados em relação à temperatura sobre a redução de diversidade entre espécies do plâncton e mudanças

no nível de base, aumento da limitação de nutrientes em ecossistemas lênticos, proporcionando um desequilíbrio ecológico. Como sistemas lênticos são mais sensíveis às variações de condições ambientais e climáticas, o perfil encontrado por estes autores indica que as alterações climáticas possuem influência sobre os parâmetros físicos, químicos e biológicos no ecossistema.

Neste estudo, maiores concentrações de cálcio e magnésio apresentaram relação negativa com o desenvolvimento das comunidades fitoplanctônicas ( $S=1963,48$ ,  $rho=-0,48$ ) e zooplanctônicas ( $S=1855,17$ ,  $rho=-0,39$ ).

Mesmo encontrando correlações negativas neste estudo, More (2017) verificou que a variação sazonal dos fatores físico-químicos tem grande influência sobre a comunidade zooplanctônica, onde a densidade populacional, diversidade e estrutura

foram relacionadas com outros parâmetros físico-químicos: transparência, dureza da água e nutrientes (nitrato, fosfato, sulfato, entre outros).

O magnésio é frequentemente associado ao cálcio em todos os tipos de águas, no entanto, o magnésio pode promover o crescimento de espécies fitoplanctônicas, pois este mineral é essencial para a concentração da clorofila, a qual atua como um fator

de crescimento do fitoplâncton (Qureshimatva et al., 2015; Fujii, Yeung e Waite, 2015).

Analisando as relações específicas entre fitoplâncton e zooplâncton, pode-se perceber a formação de quatro grupos de organismos, considerando-se a inclinação dos eixos no biplot (Figura 4).

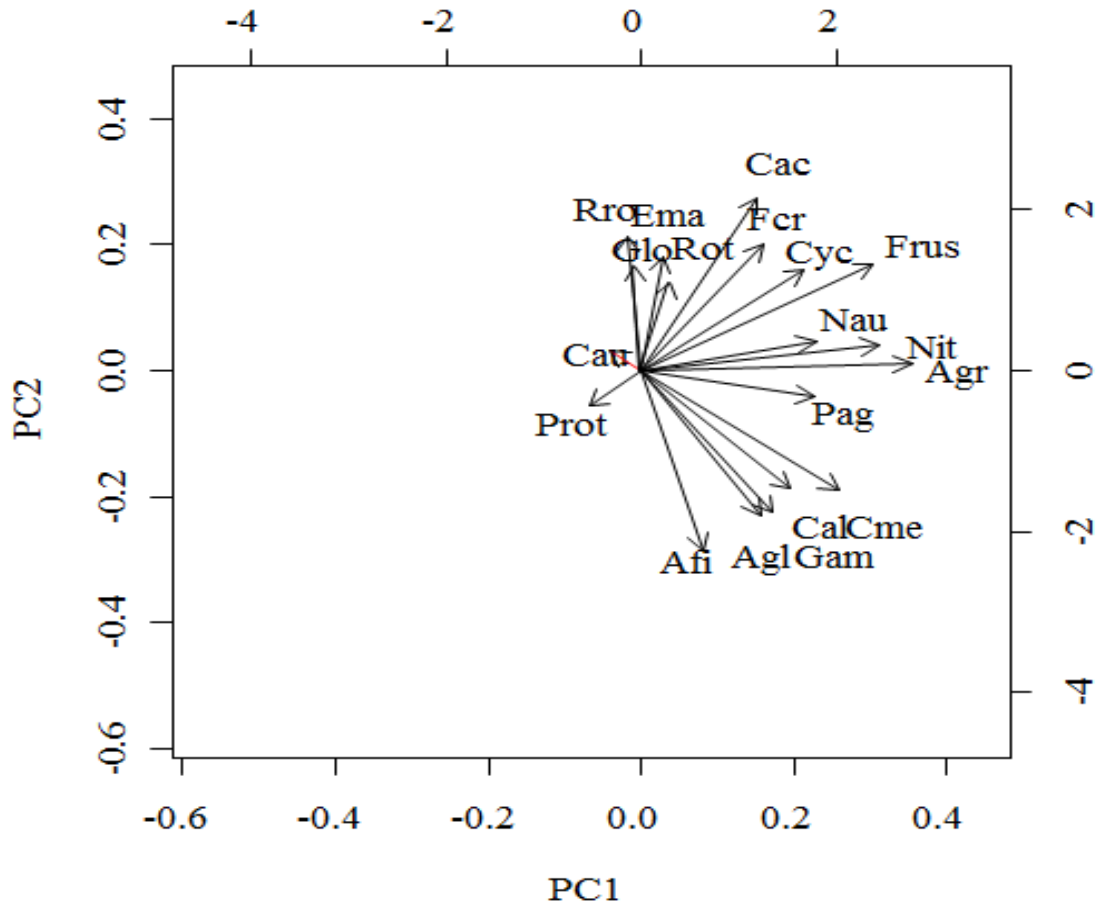


Figura 4. Biplot mostrando a relação entre a biomassa específica da comunidade fitoplanctônica e zooplanctônica durante o período de estudo no reservatório de Duas Unas. Espécies fitoplanctônicas: Agr = *Aulacoseira granulata*; Cac = *Closterium acutum*; Cme = *Cyclotella meneghiniana*; Fcr = *Fragilaria crotonensis*; Frus = *Frustulia* sp.; Gam = *Geitlerinema amphibium*; Glo = *Gloeocystis* sp.; Pag = *Planktothrix agardhii*; Nit = *Nitzschia* sp. Espécies zooplanctônicas: Afi = *Anuraeopsis fissa*; Agl = *Alona glabra*; Cal = Calanoida; Cau = *Centropyxis aculeata*; Cyc = Cyclopoida; Ema = *Epiphanes macroura*; Nau = Náuplios; Prot = protozoários; Rot = *Rotaria* sp.; Rro = *Rotaria rotatoria*

O primeiro grupo apresentou uma relação positiva entre as biomassas de *Gloeocystis* sp., Nageli (fitoplâncton), *Rotaria rotatoria* Pallas, *Epiphanes macroura* Barrois & Daday e *Rotaria* sp. Scopoli (zooplâncton). O segundo grupo foi formado por *Closterium acutum* Brébisson, *Fragilaria crotonensis* Kiton, *Frustulia* sp. Rabenhorst (fitoplâncton) e o grupo zooplanctônico Cyclopoida. O terceiro grupo foi constituído por

*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Nitzschia* sp. Hassall, *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (fitoplâncton) e náuplios. Finalmente, *Cyclotella meneghiniana* Kutzing, *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis (fitoplâncton), *Alona glabra* Sars, *Anuraeopsis fissa* Gosse e o grupo zooplanctônico Calanoida formaram o quarto grupo.

#### Conclusões

1. A predação e/ou competição não são relações ecológicas significativas entre as espécies zooplancônicas e fitoplancônicas presentes neste ecossistema oligotrófico.
2. Existe uma relação favorável entre os grupos planctônicos estudados.
3. O desenvolvimento dos organismos planctônicos foi influenciado pelas mesmas variáveis abióticas, atuando de forma direta no estabelecimento de suas biomassas.

### Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio na concessão da bolsa de iniciação científica para Indira Maria Estolano Macêdo.

### Referências

- Abirhire, O., North, R.L., Hunter, K., Vandergucht, D.M., Sereda, J., Hudson, J.J., 2015. Environmental factors influencing phytoplankton communities in Lake Diefenbaker, Saskatchewan, Canada. *Journal of Great Lakes Research* 41, 118-128. Disponível: <http://doi.org/10.1016/j.jglr.2015.07.002>. Acesso: 19 de abr. 2017
- Abramova, E., Vishnyakova, I., Boike, J., Abramova, A., Solovyev, G., Martynov, F., 2017. Structure of freshwater zooplankton communities from tundra waterbodies in the Lena River Delta, Russian Arctic, with a discussion on new records of glacial relict copepods. *Polar Biology* pp. 1-15. <http://doi:10.1007/s00300-017-2087-2>. Acesso: 19 de abr. 2017
- Adrian, R., O'Reilly, C.M., Zagarese, H., Baines, S.B., Hessen, D.O., Keller, W., Weyhenmeyer, G.A., 2009. Lakes as sentinels of climate change. *Limnology and Oceanography*, 54(6), 2283. Disponível: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2854826/>. Acesso: 19 de abr. 2017
- Almeida, V.L.S., 2011. Comunidades Planctônicas e Qualidade de Água em Reservatórios Tropicais Urbanos com Diferentes Graus de Trofia. Tese Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil.
- Alvarez, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., De Moraes, G., Leonardo, J., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728. Disponível: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso: 02 de mar. 2017.
- Santos, A.P.P. dos; Pinto Júnior, O., Souza, E.B., Azambuja, R., Lima, F.J.L., Santos, S.R.Q.S., 2016. Eventos climáticos extremos de descargas atmosféricas sobre o estado de São Paulo. Parte II: aspectos mensais e frequências em múltiplas escalas. *Revista Brasileira de Geografia Física* 9, 2179-2187.
- APHA, AWWA, WEF, 2005. Standard methods for examination of water and wastewater. 20th ed. Washington, DC.
- Aragão, N.K.C.V., 2011. Taxonomia, distribuição e quantificação de populações de cianobactérias em reservatórios do estado de Pernambuco (nordeste do Brasil). Tese Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Baydum, V.; Oliveira, F.H.P.C., 2017. Influence of Metals on the Cyanobacterial Community in a Water Supply System in a Tropical Region. *Water Environment Research* 89, 72-76.
- Dantas, E.W., Almeida, V.L.D.S., Barbosa, J.E.D.L., Bittencourt-Oliveira, M.D.C., Moura, A.D.N., 2009. Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplancônica em um reservatório do Nordeste brasileiro. *Iheringia: Série Zoologia* 99, 132-141.
- Dantas, E.W., 2010. Ecologia da comunidade de algas planctônicas em reservatórios de Pernambuco (Nordeste, Brasil). Tese Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, Brasil.
- Moura, A.N., Bittencourt-Oliveira, M.C., Mendonça, D.F.P., Oliveira, H.S.B., Dantas, E.W., Mendonça, P.R.M., 2008. Microalgas e Qualidade da Água de Manancial Utilizado Para Abastecimento Público Localizado na Região Metropolitana da Cidade do Recife, PE, Brasil. *Revista de Geografia* 24, 154-178.
- Elmoor-Loureiro, L., 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Universa, Brasília.
- Esteves, F.A., 2011. Fundamentos de Limnologia. 3ª edição. Interciência, Rio de Janeiro.
- Fujii, M., Yeung, A.C., Waite, T.D., 2015. Competitive effects of calcium and magnesium ions on the photochemical transformation and associated cellular uptake of iron by the freshwater cyanobacterial phytoplankton *Microcystis aeruginosa*. *Environmental Science & Technology* 49, 9133-9142.
- Gumiri, S., Higashi, S., Iwakuma, T., 2016. Aquatic Communities in Peatland of Central Kalimantan. In *Tropical Peatland Ecosystems*. Springer Japan. pp. 227-236. Disponível: [https://doi.org/10.1007/978-4-431-55681-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-4-431-55681-7_14). Acesso: 02 de mar. 2017.
- INMET., 2017. Instituto Nacional de Meteorologia. Brasil.

- Jeppesen, E., Brucet, S., Naselli-Flores, L., Papastergiadou, E., Stefanidis, K., Noges, T., Bucak, T., 2015. Ecological impacts of global warming and water abstraction on lakes and reservoirs due to changes in water level and related changes in salinity. *Hydrobiologia* 750, 201-227. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2169-x>. Acesso: 15 de jan. 2017.
- Komárek, J., Fott, B., 1983. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordiniung: Chlorococcales. In: Huber Pestalozzi, G., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.). *Das Phytoplankton des Süßwasser: systematik und biologie*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung 16, 1-1044.
- Koste, W., 1978. *Rotatoria: die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk begründet von Max Voigt. Überordnung Monogonta*. Berlin: Gebrüder Borntraeger.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1991. Bacillariophyceae: Achnantheaceae. In: Ettl, H., Gerloff, I., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.). *Süßwasser Flora von Mitteleuropa* 2, 576p.
- Kremer, C.T.; Thomas, Mridul K.; Litchman, E., 2017. Temperature- and size- scaling of phytoplankton population growth rates: Reconciling the Eppley curve and the metabolic theory of ecology. *Limnology and Oceanography*. Disponível: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lno.10523/full>. Acesso: 10 de abr. 2017.
- Macedo, I.M.E., De Oliveira, F.H.P.C., Shinohara, N.K.S., de Fátima Padilha, M.D.R., De Oliveira Lira, O., 2016. Efeito dos micronutrientes sobre a comunidade zooplanctônica. *Revista Geama* 7, 153-162. Disponível: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/975>. Acesso: 10 de abr. 2017.
- Dutra, M.T.D., Silva, J.L.S., Oliveira, C.R., Lyra, M.R.C.C., Montenegro, S.M.G.L., 2016. Relações entre condições ambientais e doenças de veiculação hídrica em áreas do assentamento rural Serra Grande, Vitória de Santo Antão, PE, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 9, 1677-1689.
- Mizuno, T., 1968. *Illustrations of freshwater plankton of Japan*. Osaka: Hoikusha. 351p.
- Montú, M., Goeden, I.M., 1986. Atlas dos cladocera e copepoda (crustacea) do estuário da lagoa dos patos (Rio Grande, Brasil). *Revista Nerítica* 1, 1-134.
- Paes, T.A., Rietzler, A.C., Pujoni, D.G., Maia-Barbosa, P.M., 2015. High temperatures and absence of light affect the hatching of resting eggs of *Daphnia* in the tropics. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 88, 179-186.
- Pinese, O.P., Pinese, J.F., Del Claro, K., 2015. Structure and biodiversity of zooplankton communities in freshwater habitats of a Vereda Wetland Region, Minas Gerais, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 27, 275-288.
- Popovský, J., Pfiester, L., 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (orgs.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Gustav Fischer 6, 272p.
- Prescott, G.W., Bicudo, C.E.M., Vinyard, W.C., 1982. A Synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 4. In *Desmidiales*. (Prescott, G.W., ed.). University Nebraska Press, Lincoln, 698p.
- Qureshimatva, U.M., Maurya, R.R., Gamit, S.B., Patel, R.D., Solanki, H.A., 2015. Determination of physico-chemical parameters and water quality index (WQI) of Chandlodia lake, Ahmedabad, Gujarat, India. *J. Environ. Anal. Toxicol.* 5, 2161-0525.
- Xavier, R.A., dos Santos Maciel, J., Alcântara Silva, V.M., 2016. Análise espacial das chuvas na bacia do rio Taperoá, Região Semiárida da Paraíba (Spatial analysis of rainfall in the Taperoá river basin, semiarid region of Paraíba). *Revista Brasileira de Geografia Física* 9, 1357-1369. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/geografiafisica/article/view/13191>. Acesso: 12 de abr. 2017.
- Reid, J.W., 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Copepoda (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia*, 9, 17-143.
- Serpe, C.T.A., 2015. Análise da composição e abundância da comunidade fitoplanctônica em quatro reservatórios do rio Iguaçu. Dissertação Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- Silva Filho, E.G.; Santana, F.M.S.; Severi, W., 2011. Ictiofauna do reservatório de Duas Unas, bacia do rio Jaboatão, Pernambuco: resultados preliminares da composição e estrutura da assembléia. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 6, 351-361.
- Singh, P.K.; Shrivastava, P., 2016. Assessment of water quality of Upper Lake, Bhopal (MP). *International Journal of Environmental Sciences* 7, 164-173. Disponível: <http://www.ipublishing.co.in/ijesarticles/fourteen/articles/volseven/EIJES7015.pdf>. Acesso: 02 de abr. 2017.
- Jiang, Y., Yang, Y., Wu, Y., Tao, J., Cheng, B., 2017. Microcystin Bioaccumulation in Freshwater Fish at Different Trophic Levels from the Eutrophic Lake Chaohu,



- China. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 98, 1-6. Disponível: <http://doi:10.1007/s00128-017-2047-0>. Acesso: 02 de abr. 2017
- Rezaitabar, S., Sari, A.E., Bahramifar, N., Ramezanzpour, Z., 2017. Transfer, tissue distribution and bioaccumulation of microcystin LR in the phytoplanktivorous and carnivorous fish in Anzali wetland, with potential health risks to humans. *Science of the Total Environment* 575, 1130-1138.
- Caballero, M., Vázquez, G., Ortega, B., Favila, M.E., Lozano-García, S., 2015. Responses to a warming trend and “El Niño” events in a tropical lake in western México. *Aquatic Sciences* 78, 1-14.
- Esteves, F.A., 2011. *Fundamentos de Limnologia*. 3ª edição. Interciência, Rio de Janeiro.
- De Senerpont Domis, L.N., Elser, J.J., Gsell, A.S., Huszar, V.L., Ibelings, B.W., Jeppesen, E., Van Donk, E., 2013. Plankton dynamics under different climatic conditions in space and time. *Freshwater Biology* 58, 463-482. Disponível: <http://doi:10.1111/fwb.12053>. Acesso: 5 de abr. 2017.
- Dalu, T., Clegg, B., Nhwatiwa, T., 2013. Temporal variation of the plankton communities in a small tropical reservoir (Malilangwe, Zimbabwe). *Transactions of the Royal Society of South Africa* 68, 85-96.
- Dodds, W., Smith, V.H., 2016. Nitrogen, phosphorus, and eutrophication in streams. *Inland Waters* 6, 155-164.
- Do Amaral, A.A., Pires, S.C., Ferrari, J.L., 2014. Qualidade da Água e do Sedimento de Fundo de Alguns Córregos do Município de Castelo, Estado Do Espírito Santo. *Revista Agro@Mambiente On-Line* 8, 194-203. Disponível: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-470ragro.v8i2.1548>. Acesso: 02 de abr. 2017.
- Almeida, V.L., Melão, M.D.G.G., Moura, A.N., 2012. Plankton diversity and limnological characterization in two shallow tropical urban reservoirs of Pernambuco State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 84, 537-550.
- Komárek, J., Cronberg, G., 2001. Some chroococcalean and oscillatorialean Cyanoprokaryotes from southern African lakes, ponds and pools. *Nova Hedwigia* 73, 129-160.
- Taipale, S.J., Vuorio, K., Strandberg, U., Kahilainen, K.K., Järvinen, M., Hiltunen, M., Kankaala, P., 2016. Lake eutrophication and brownification downgrade availability and transfer of essential fatty acids for human consumption. *Environment International* 96, 156-166.
- Pastich, E.A., Gayazza, S., Casé, M.C.C., Florencio, L., Kato, M.T., 2016. Structure and dynamics of the phytoplankton community within a maturation pond in a semiarid region. *Brazilian Journal of Biology* 76, 144-153.
- Santana, L.M., Moraes, M.E.B., Silva, D.M.L., Ferragut, C., 2016. Spatial and Temporal Variation of Phytoplankton in a Tropical Eutrophic River. *Brazilian Journal of Biology* 76, 600-610. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.18914>. Acesso: 10 de fev.2017.
- Brasil, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
- Utermohl, H., 1958. Zur vervollkommer der quantitativen phytoplankton methodik. *Mitt it Verein. Theory Angew.Limnologie* 10, 109-122.
- Dantas-Silva, L.T., Dantas, E.W., 2013. Zooplankton (Rotifera, Cladocera and Copepoda) and the Eutrophication in Reservoirs from Northeastern Brazil. *Oecologia Australis* 17, 243-248.
- Kim, B.M., Lee, J.W., Seo, J.S., Shin, K.H., Rhee, J.S., Lee, J.S., 2015. Modulated expression and enzymatic activity of the monogonont rotifer *Brachionus koreanus* Cu/Zn-and Mn-superoxide dismutase (SOD) in response to environmental biocides. *Chemosphere* 120, 470-478.
- Yang, J., Dong, S., Zhu, H., Jiang, Q., 2013. Molecular and expression analysis of manganese superoxide dismutase (Mn-SOD) gene under temperature and starvation stress in rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Molecular Biology Reports* 40, 2927-2937.
- More, V.R., 2017. Seasonal changes in zooplankton community structure in relation to physico-chemical factors at Kurnur Dam Dist. Solapur (MS). *International Journal of Fauna and Biological Studies* 4, 86-92. Disponível: <http://www.faunajournal.com/archives/2017/vol4issue1/PartB/4-1-5-974.pdf>. Acesso: 5 de mar. 2017.