

# Variação sazonal do zooplâncton em uma represa urbana do Estado de São Paulo

Victor Hugo Sant'Ana Bomfim

MESTRADO

PÓS GRADUAÇÃO  
EM BIOLOGIA ANIMAL





**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Câmpus de São José do Rio Preto

Victor Hugo Sant’Ana Bomfim

Variação sazonal do zooplâncton em uma represa urbana  
do estado de São Paulo

São José do Rio Preto  
2018

Victor Hugo Sant'Ana Bomfim

Variação sazonal do zooplâncton em uma represa urbana  
do estado de São Paulo

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Stela Maioli Castilho Noll

Financiadora: CAPES

São José do Rio Preto  
2018

Bomfim, Victor Hugo Sant'Ana.

Variação sazonal do zooplâncton em uma represa urbana do estado de São Paulo / Victor Hugo Sant'Ana Bomfim. -- São José do Rio Preto, 2018

33 f. : il., tabs.

Orientador: Maria Stela Maioli Castilho Noll

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Ecologia aquática. 2. Zooplâncton. 3. Indicadores biológicos. 4. Eutroficação. 5. Monitoramento biológico – São José do Rio Preto (SP). Represa Municipal. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 577.4

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE  
UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto

Victor Hugo Sant'Ana Bomfim

Variação sazonal do zooplâncton em uma represa urbana  
do estado de São Paulo

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Maria Stela Maioli Castilho Noll  
UNESP – Campus de São José do Rio Preto  
Orientadora

Profa. Dra. Juliana Abra  
UNIRP – São José do Rio Preto

Profa. Dra. Adriana Nabil Abdel Fattah Ibrahim  
UNESP – Campus de São José do Rio Preto

São José do Rio Preto  
23 de fevereiro de 2018

## Resumo

Os reservatórios são ecossistemas artificiais, que apesar de constituírem uma fonte significativa de recurso hídrico para a população em várias cidades, estão, muitas vezes, sujeitos a impactos ambientais. A urbanização e a poluição por matéria orgânica são fatores que podem comprometer a qualidade da água, alterando também a biota ali presente. Torna-se assim necessário um monitoramento biológico para avaliar as condições desses reservatórios. Uma das maneiras de se fazer esse monitoramento é através das análises dos organismos do zooplâncton, sendo que vários pesquisadores já comprovaram que esta comunidade pode ser um bom bioindicador pois apresenta alta sensibilidade a alterações nos recursos ou nas condições do ambiente aquático. O objetivo deste estudo foi descrever as variações na composição e densidade do zooplâncton na Represa Municipal e verificar quais fatores ambientais apresentam maior influência sobre tais variações. O que se espera com os dados adquiridos é que diferenças de densidade e diversidade ao longo do ano sejam causadas por alterações nos fatores da água provocadas por impactos antrópicos, podendo estar ligados à eutrofização. A Represa Municipal de São José do Rio Preto está localizada na região urbana da cidade e foi formada com o represamento do Rio Preto. É dividida em três lagos, sendo responsável pelo abastecimento de 30% a 40% da água que chega à população. As amostragens foram realizadas trimestralmente ao longo de um ano em seis pontos distribuídos na zona limnética do Lago 3. As coletas dos organismos foram realizadas por meio de arrastos verticais com rede de plâncton de 45  $\mu$ m de malha. Nos mesmo pontos foram avaliados os fatores físicos e químicos, tais como profundidade e transparência por meio de um disco de Secchi, temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido por meio da sonda multiparâmetros YSI 556, além de clorofila-a e material em suspensão. Por meio dos dados de clorofila foi calculado o Índice do Estado Trófico. A comunidade zooplancônica foi analisada segundo a composição de espécies de Cladocera e de Copepoda. Além destas espécies, Rotifera e Tecameba foram avaliados quantitativamente para determinação das abundâncias dos grupos. Por meio de medidas do comprimento do corpo, as classes de tamanho – micro, meso e macrozooplâncton – foram determinadas e suas abundâncias estimadas. Índices de diversidade de espécies de microcrustáceos foram determinados utilizando a riqueza de espécies, diversidade de Shannon-Winer, dominância de Simpson e equabilidade de Jaccard. Por meio de análise de variância, os dados, tanto dos

parâmetros físicos e químicos quanto os da comunidade, foram comparados entre os meses para detectar variações significativas. A correlação de Spearman foi realizada para verificar quais fatores ambientais poderiam estar relacionados com variações na comunidade. Os fatores físicos e químicos apresentaram variações significativas ao longo do ano e a represa pôde ser classificada como mesotrófica na maioria dos meses. Foram encontradas 11 espécies de cladóceros e 2 de copépodos, dando um total de 15 táxons registrados, contando com rotífero e tecameba. As densidades variaram ao longo do ano ( $p < 0,05$ ), exceto para rotíferos, sendo que o mês de novembro foi o mais abundante. Copepoda foi o grupo com os maiores valores de densidade, tendo a forma de náuplio como a mais numerosa. Dentre os cladóceros, *Daphnia gessneri* foi a espécie mais abundante, seguida de *Moina micrura*. Quanto às classes de tamanho, macrozooplâncton foi a mais numerosa, principalmente nos meses de agosto e novembro. A presença de espécies de cladóceros de tamanho grande como as do gênero *Daphnia* em elevadas densidades sugere que o ambiente não oferece condições de elevada eutrofização, como confirmado pelo Índice do Estado Trófico. As condições ambientais, mesmo apresentando variações ao longo do ano não demonstraram ser impróprias para o desenvolvimento da comunidade zooplanctônica.

**Palavras-chaves:** bioindicador; eutrofização; fatores físicos e químicos.

## Abstract

Reservoirs are artificial ecosystems, which, while constituting a significant source of water resources for the population in several cities, are often subject to environmental impacts. Urbanization and pollution by organic matter are factors that can compromise the water quality, also altering the biota present there. Biological monitoring is therefore necessary to evaluate the conditions of these reservoirs. One of the ways to do this monitoring is through the analysis of zooplankton organisms, and several researchers have already proven that this community can be a good bioindicator because it has high sensitivity to changes in conditions of the aquatic environment. The objective of this study was to describe the variations in the composition and density of the zooplankton in the Represa Municipal de São José do Rio Preto and to verify which environmental factors present greater influence on such variations. What is expected from the data is that differences in density and diversity throughout the year are caused by changes in water factors caused by anthropic impacts and may be linked to eutrophication. The Represa Municipal of São José do Rio Preto is located in the urban area of the city and was formed with the impoundment of the rio Preto. It is divided into three lakes, being responsible for the supply of 30% to 40% of the water that reaches the population. Samplings were performed quarterly over a year at six points distributed in the limnetic zone of Lake 3. The organisms were collected by vertical trawls with 45  $\mu\text{m}$  mesh of plankton. In the same points, the physical and chemical factors such as depth and transparency were evaluated by means of a Secchi disc, temperature, pH, conductivity and oxygen dissolved by means of the YSI 556 multiparameter probe, as well as chlorophyll-*a* and suspended material. Through the data of chlorophyll was calculated the Index of the Trophic State. The zooplankton community was analyzed according to the composition of Cladocera and Copepoda species. In addition to these species, Rotifera and Tecameba were evaluated quantitatively to determine the abundances of the groups. By means of body length measurements, size classes - micro, meso and macrozooplankton - were determined and their abundances estimated. Diversity indexes of microcrustaceans species were determined using species richness, Shannon-Winer diversity, Simpson dominance and Jaccard equability. By means of analysis of variance, the data of both the physical and chemical parameters as well as those of the community were compared between the months to detect significant variations. Spearman correlation was performed

to verify which environmental factors could be related to variations in the community. The physical and chemical factors presented significant variations throughout the year and the dam could be classified as mesotrophic in most months. Eleven species of cladocerans and two species of copepods were found, giving a total of 15 registered taxa, with rotifer and tecameba. The densities varied throughout the year ( $p < 0.05$ ), except for rotifers, and November was the most abundant. Copepoda was the group with the highest values of density, having the form of nauplio as the most numerous. Among the cladocerans, *Daphnia gessneri* was the most abundant species, followed by *Moina micrura*. As for size classes, macrozooplankton was the most numerous, especially in the months of August and November. The presence of large cladocera species such as those of the *Daphnia* genus at high densities suggests that the environment does not offer conditions of high eutrophication as confirmed by the Trophic State Index. Environmental conditions, even showing variations throughout the year, have not been shown to be unfit for the development of the zooplankton community.

**Keywords:** bioindicator; eutrophication; physical and chemical factors.

# Sumário

|                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| <b>1 Introdução .....</b>         | <b>6</b>  |
| <b>2 Material e métodos .....</b> | <b>10</b> |
| 2.1 Área de estudo .....          | 10        |
| 2.2 Amostragens .....             | 12        |
| 2.3 Análise de dados .....        | 12        |
| <b>3 Resultados .....</b>         | <b>14</b> |
| <b>4 Discussão .....</b>          | <b>23</b> |
| <b>5 Conclusão .....</b>          | <b>28</b> |
| <b>6 Referências .....</b>        | <b>29</b> |

# 1. Introdução

Os reservatórios são ecossistemas artificiais criados pelo homem através do barramento de um curso de água. Apresentam várias funções, como irrigação, abastecimento e produção de energia, mas quando mal manejados podem causar alguns danos, como perda da biodiversidade, risco de deslizamento, modificações substanciais nos habitats ao redor, degradação da qualidade hídrica, etc (Esteves, 2011). A qualidade da água de um reservatório depende de vários fatores, como sua morfometria, localização, vazão, tempo de retenção da água, entre outros. Também são marcados pelo transporte de sedimentos, que interfere na penetração de energia radiante e no ciclo de nutrientes (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2008). A localização da barragem em relação ao curso do rio e sua altura determinam diversas características hidrológicas importantes, como vazões, tipos de relevo do vale, a temperatura das águas afluentes, a insolação, a turbidez e, portanto, a luminosidade das águas e a química dos nutrientes que afetam sua biota. Uma diferença entre as represas e os lagos naturais é que as represas têm uma origem em comum (barramento de um curso de água), sendo que seus mecanismos de funcionamento diferem em razão de fatores como morfometria, volume, usos múltiplos, características de construção e tempo de retenção. Já os lagos naturais diferem em seus mecanismos de funcionamento, em grande parte, justamente em razão de suas origens. Outra diferença quanto aos lagos naturais é que represas têm uma saída de superfície ou de fundo para os vertedouros e as turbinas, e isso promove gradientes horizontais e verticais (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2008).

Apesar destas diferenças, assim como em lagos e lagoas, os reservatórios possuem certas delimitações de seus espaços ou zonas, entre elas a zona litorânea, que é a parte próxima ao ambiente terrestre, podendo ser influenciado por este, e zona limnética ou pelágica, que não sofre influência direta do ambiente terrestre. Reservatórios muitas vezes podem sofrer ação de pulsos, que são mudanças drásticas, de origem natural ou artificial (produzidas pelo homem), que podem afetar qualquer variável física, química ou biológica dos reservatórios (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2008). Os pulsos de origem natural são decorrentes de alterações climáticas, como precipitação e ventos, com sua magnitude variando geograficamente, e os pulsos causados pela ação humana em reservatórios podem resultar da manipulação dos vertedouros e da alteração do nível da água, com a magnitude desses resultando das regras de operação de cada sistema e dos usos múltiplos dos reservatórios. Os pulsos produzem flutuações nos reservatórios que

têm efeitos qualitativos e quantitativos importantes, como afetar a composição química da água, os ciclos biogeoquímicos e a temperatura da água (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2008). A degradação da qualidade da água em reservatórios urbanos é um grande problema nas cidades brasileiras, devido à urbanização e à falta de tratamento dos esgotos doméstico e industrial. Com isso, temos a eutrofização, a introdução excessiva de matéria orgânica nos sistemas aquáticos, devido à intensa entrada de nutrientes (especialmente nitrogênio e fósforo). Um ambiente aquático eutrófico se caracteriza por apresentar alta produtividade primária, ausência de oxigênio na água, crescimento descontrolado de plantas aquáticas, entre outros (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2008). Com tais ocorrências, torna-se necessário monitorar as condições dos reservatórios para saber a situação da qualidade da água, como realizado por Bucci et al. (2015), que analisaram índices de qualidade de água no Reservatório Dr. João Penido, principal responsável pelo abastecimento de Juiz de Fora, Minas Gerais. O estudo mostrou predominância de estado mesotrófico e valores médios de qualidade da água na estação chuvosa, devido ao aumento da difusão de poluição, indicando a necessidade de leis de proteção ambiental e um plano de monitoramento.

Uma excelente maneira de analisar as condições de um reservatório é analisando os organismos do zooplâncton. O zooplâncton é formado por um grupo de animais de diferentes categorias sistemáticas, tendo como característica comum a coluna d'água como seu habitat principal. Esses organismos têm um papel central na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia (Esteves, 2011). Dentre o zooplâncton, pode-se destacar os rotíferos e os microcrustáceos Cladóceros e Copépodos (nestes há as ordens Calanoida e Cyclopoida). Os rotíferos apresentam os mais diferentes hábitos alimentares, variando de onívoros, carnívoros (canibais inclusive) a herbívoros. A reprodução dos rotíferos é geralmente por partenogênese, havendo dois tipos de ovos, o ovo amíctico, de casca fina e é diplóide, que origina somente fêmeas amícticas, e o ovo míctico, que se não for fecundado originará um macho haplóide, e se for fecundado originará uma fêmea mítica. Assim como os cladóceros, os rotíferos também apresentam ciclomorfose, que pode ser induzida por fatores como temperatura e predação (Esteves, 2011). Cladóceros são principalmente filtradores e dentre os Copépodos, calanóides são filtradores e os ciclopóides são preferencialmente carnívoros. A reprodução dos cladóceros pode variar entre sexuada e partenogenética, sendo que a sexuada também varia no número de ciclos, dependendo da espécie. Machos podem aparecer depois de muitas gerações partenogenéticas, em situações adversas do ambiente. Dos ovos, tanto partenogenéticos

quanto da fase sexuada, surgem indivíduos jovens que não passam por fase larval (desenvolvimento direto), mas como todo artrópode, sofrem mudas ao longo da vida. Os Cladóceros apresentam ciclomorfose, que são mudanças morfológicas durante o ciclo estacional, como o surgimento de espinhos na cabeça, devido a fatores como mudança na viscosidade da água em épocas quentes, alimento e predadores (Esteves, 2011). Os copépodos em especial se caracterizam por se reproduzirem sexualmente, passando por várias fases até atingir a maturidade. Dos ovos surgem os náuplios, que são larvas e sofrem 5 ou 6 mudas até tornarem-se copepoditos. Estes, em épocas desfavoráveis como secas, secretam um revestimento como um cisto, para eclodir quando as condições voltarem a ficar favoráveis. Os copepoditos passam por cinco mudas até adquirirem a forma adulta.

As populações zooplânctônicas apresentam dinâmicas variando anualmente, durante as estações, ou mesmo diariamente. A composição, estrutura, dinâmica e sucessão de espécies do zooplâncton em reservatórios são influenciadas pelas condições físicas (temperatura, condutividade elétrica), químicas (concentração iônica, oxigênio dissolvido) e biológicas (predação, parasitismo, colonização a partir da fase de enchimento) (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2008). Como muitos organismos do zooplâncton são herbívoros, a disponibilidade do fitoplâncton interfere na sucessão do zooplâncton, sendo que o aumento ou a diminuição do consumo de fitoplâncton interfere em fatores ambientais como nível de clorofila-a e transparência da água. A predação do zooplâncton por peixes e invertebrados também tem importância no desenvolvimento e na distribuição das espécies zooplânctônicas, sendo que os peixes podem reduzir a biomassa (Menezes et al., 2010) e o tamanho (Santangelo et al., 2011) do zooplâncton. E pistas químicas de predadores invertebrados podem induzir ao crescimento somático e formação de estruturas no corpo dos cladóceros (Suhett et al., 2015).

Os organismos zooplânctônicos serviriam como bioindicadores dos reservatórios, com qualquer fator de estresse pelos quais passam esses ecossistemas artificiais sendo refletido em mudanças do hipervolume (conjunto de respostas de um organismo a todos os fatores que se relacionam com sua capacidade de sobrevivência e reprodução) do zooplâncton (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2008). Isso pôde ser demonstrado por Brito et al. (2011), que estudaram dois reservatórios em Minas Gerais. Neste trabalho, o zooplâncton serviu de indicador de estado trófico nos reservatórios, onde um deles era oligotrófico, com organismos zooplânctônicos de maior tamanho que se favorecem com condições mais adequadas, como maior transparência da água, e o outro, que era

mesotrófico, onde ocorreu predominância de zooplâncton de menor tamanho que se aproveita de alta concentração de nutrientes. Gazonato Neto et al. (2014) também mostraram que as comunidades zooplanctônicas servem como bioindicadoras de eutrofização e alteração da qualidade da água, as estudando em dois importantes reservatórios de São Paulo. As análises mostraram que parâmetros como número e a biomassa de Calanoida decresceram e os de Cyclopoida aumentaram nos pontos com condições mais eutróficas, devido a Calanoida se alimentar de nanofitoplâncton e Cyclopoida preda espécies menores que são abundantes no ambiente eutrófico. O estudo de Gazonato Neto et al. (2014) também utilizou curvas de k-dominância para a comunidade zooplanctônica, que mostraram que durante o período seco o ambiente dos reservatórios foi poluído, uma vez que a curva de densidade numérica foi elevada acima da curva de biomassa, isso devido ao aumento de nutrientes causado pela falta de chuva. Para Perbiche-Neves et al. (2007), que analisaram a comunidade Copepoda do reservatório do Iraí, na bacia do alto rio Iguaçu, a distribuição temporal foi mais relevante do que na escala espacial em reservatórios pequenos e rasos como aquele, com algumas espécies de copépodos apresentando altas abundâncias associadas aos períodos de maior pluviosidade e temperatura da água, além de algumas espécies de algas. Outro exemplo da significância da variação temporal e que também comprova o uso de rotífera como bioindicador é o de Serafim-Júnior et al. (2010), que ao fazerem um estudo no reservatório do Iraí, viram que os rotíferos também tiveram maior riqueza de táxons no período chuvoso, e menores abundâncias no período seco, quando foram registradas baixas temperaturas. Além dos rotíferos, cladóceros e copépodos, outro bom bioindicador são as tecamebas, que são protistas com carapaças (tecas), sendo sensíveis às variações ambientais e climáticas. Isso foi demonstrado por Hansen et al. (2005), que analisou duas lagoas no litoral do Rio Grande do Sul, sendo que a que tinha maior quantidade de matéria orgânica devido ao despejo de esgoto apresentou maior quantidade de espécimes de tecameba amostradas, predominando as espécies mortas devido à poluição.

Reservatórios urbanos constituem uma fonte significativa de recurso hídrico para a população em várias cidades, como São José do Rio Preto, no estado de São Paulo. A Represa Municipal dessa cidade, além da função de ambiente paisagístico e de lazer, é responsável pelo abastecimento de 30% a 40% da água que chega aos moradores. Sendo assim, a avaliação biológica do ecossistema aquático é de extrema importância para que a água apresente boa qualidade para consumo. A poluição ambiental de corpos aquático de uma determinada região reflete o tipo de uso e ocupação do solo. É importante destacar

que apesar da cidade de São José do Rio Preto apresentar estação de tratamento de efluentes (ETE), a represa pode estar sujeita a derramamento de esgotos clandestinos ou que venham de outras cidades por meio de seus afluentes, além de acidentes de despejo de óleo e de compostos químicos, como amônia. Outra fonte de impacto para este ambiente aquático é a poluição atmosférica cuja fonte encontra-se próxima à represa que é uma rodovia federal Transbrasiliana – BR 153 – onde o tráfego de veículos é intenso (Melo et al., 2009). Um monitoramento biológico ajuda a detectar tais impactos, fornecendo informações para um monitoramento da qualidade da água.

Este estudo tem por objetivo descrever as variações na composição, densidade e tamanho do zooplâncton na Represa Municipal e verificar quais fatores ambientais apresentam maior influência sobre tais variações. A hipótese a ser levantada é a de que os fatores abióticos que mais influenciam nas diferenças de densidade, diversidade e tamanho são aqueles relacionados com impactos antrópicos na represa, tais como condutividade, pH, clorofila e material em suspensão, sendo que esses são associados ao processo de eutrofização. Ressaltamos aqui que ainda não existem dados sobre a comunidade zooplancônica neste ambiente específico, sendo que este é o primeiro estudo sobre o zooplâncton na represa de São José do Rio Preto.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo será realizado na represa municipal de São José do Rio Preto, localizada entre as coordenadas 20°49'10" S e 49°20'51" W (Figura 1). Sua bacia de contribuição tem uma extensão superficial de 185,90 km<sup>2</sup> e se encontra na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Turvo/Grande (UGRHI 15). O substrato geológico é constituído pelo Grupo Bauru, representado pelas formações São José do Rio Preto (compondo as encostas e topos de morros) e Vale do Rio do Peixe (restringe-se às de fundo do vale), ambas de idade Cretácica (Fernandez & Coimbra, 2000). O relevo da região apresenta topografia suave, relativamente uniforme e baixa declividade, sem acidentes mais notáveis, sendo que os solos são arenosos com condições favoráveis para infiltração (Arid et al. 1970, in Necchi et al., 2012).



Figura 1: Localização da cidade de São José do Rio Preto no Estado de São Paulo e imagem de satélite da Represa Municipal de São José do Rio Preto, com as identificações dos três lagos que a formam. Círculos brancos indicam os seis pontos de amostragem no Lago 3.

O clima na região é caracterizado como Aw (tropical com inverno seco) pela classificação de Köpen (1936) e revisado por Alvarez et al. (2013), apresentando duas estações bem definidas: uma estação mais chuvosa correspondente à primavera/verão, de outubro a março, e uma estação mais seca no outono/inverno, de abril a setembro. A região Sudeste do Brasil (onde fica a represa) é uma das mais diversificadas em termos climáticos, no país (Sant'anna Neto, 2005). Nessa região há uma grande desigualdade na distribuição espacial e temporal das chuvas, explicada pela dinâmica atmosférica em associação com a configuração do relevo e os fatores geográficos, como a continentalidade e a altimetria, além de também haver grandes diferenças térmicas (Sant'anna Neto, 2005). Formações como serras funcionam como barreiras para as correntes que entram na região, fazendo diminuir a umidade e aumentar a temperatura à medida que entra no continente (Sant'anna Neto, 2005)

A vegetação da bacia pode ser dividida em floresta estacional semidecidual, savana florestada (cerradão), savana, formações ribeirinhas e reflorestamento. Entretanto, devido ao intenso desmatamento ocorrido na região noroeste do Estado de São Paulo, restam apenas 9 % de sua vegetação original, colocando esta região como a mais desmatada e fragmentada do Estado (Kronk et al. 2005).

A Represa Municipal foi construída em 1956 a partir do represamento do Rio

Preto e, além de ser cartão postal da cidade, proporciona de 30 a 40% do abastecimento público, sendo formada por 3 lagos (Figura 1). O ecossistema da represa apresenta muitas espécies de animais silvestres, aves e peixes, incluindo famílias inteiras de capivaras, mas poucos estudos sobre a fauna e a flora deste ambiente foram realizados.

## **2.2 Amostragens**

As coletas foram realizadas no Lago 3, em 6 pontos de amostragem apenas na zona limnética (Figura 1), trimestralmente, ao longo de um ano (fevereiro/2016 a janeiro/2017), utilizando um barco pequeno e motor elétrico. O zooplâncton foi coletado através de arrastos verticais com rede de plâncton de 45  $\mu\text{m}$ , filtrando toda a coluna d'água, e os organismos coletados foram armazenados em frascos com formol 4% para serem identificados e contados ao microscópio óptico, utilizando lâmina Sedgewick Rafter e chaves de identificação. As contagens foram realizadas obtendo-se subamostras de 1 mL ou analisando-se toda a amostra dependendo da densidade populacional. Cladóceros e copépodes foram identificados até o nível de espécie, mas rotíferos e tecamebas não puderam ser identificados até o nível de espécie e foram contados como grupo total.

Para os microcrustáceos cladóceros e copépodes foram tomadas medidas de tamanho do corpo por meio de ocular com retículo, sendo que os organismos foram classificados em micro ( $< 449 \mu\text{m}$ ), meso ( $450 - 699 \mu\text{m}$ ) e macrozooplâncton ( $> 700 \mu\text{m}$ ). A proporção destes grupos de tamanho pode indicar o estado trófico da represa, como já demonstrado por Brito et al. (2011).

Mensalmente, foi realizado um monitoramento dos parâmetros físicos e químicos da água nos seis pontos. Foram analisados profundidade e transparência, por meio do disco de Secchi e temperatura, pH, condutividade da água e oxigênio dissolvido por meio de sonda multiparâmetros YSI 556. Neste monitoramento mensal também foram coletadas nos seis pontos amostras de água da subsuperfície para análise de clorofila-a, que foi determinada pelo método de Golterman et al., (1978), e material em suspensão, determinado pelo método gravimétrico de Teixeira & Kutner (1962).

## **2.3 Análise de dados**

Por meio dos dados de clorofila, foi calculado o Índice do Estado Trófico, baseando-se na metodologia descrita por Lamparelli (2004).

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2))$$

Onde CL = concentração de clorofila em µg/L

Para a classificação do reservatório, foram utilizados os critérios da Tabela 1.

Tabela 1: Classificação do Estado Trófico segundo o Índice do Estado Trófico proposto por Lamparelli (2004).

| <b>Categoria de Estado Trófico</b> | <b>Valor do IET</b>       |
|------------------------------------|---------------------------|
| Ultraoligotrófico                  | $\text{IET} \leq 47$      |
| Oligotrófico                       | $47 < \text{IET} \leq 52$ |
| Mesotrófico                        | $52 < \text{IET} \leq 59$ |
| Eutrófico                          | $59 < \text{IET} \leq 63$ |
| Supereutrófico                     | $63 < \text{IET} \leq 67$ |
| Hipereutrófico                     | $\text{IET} > 67$         |

Tanto os dados de composição de espécies quanto das densidades foram comparados entre as amostras temporais por meio de análise de variância, para verificar as variações sazonais nas comunidades. Foram determinados a riqueza e diversidade de espécies, utilizando o índice de diversidade de Shannon-Winer, dominância de Simpson e equabilidade de Pielou. Testes de correlação foram realizados para verificar se a variação temporal do zooplâncton está relacionada com a variação dos fatores abióticos. Para decidir qual teste seria usado, verificamos antes a distribuição dos dados, se normal (paramétrico) ou não (não paramétrico), e se as amostras são dependentes ou independentes. Usamos o programa Statistica para as análises dos dados. Se for paramétrico usamos Anova, se for não paramétrico usamos kruskal wallis.

### 3. Resultados

A profundidade apresentou queda nos meses de inverno com os menores valores sendo registrados em agosto (Figura 2). Também em agosto foram registrados os maiores valores de transparência da água, que caíram durante a estação chuvosa (dezembro e janeiro). Como esperado, os menores valores de temperatura foram registrados no inverno diferindo dos meses das outras estações, cujas temperaturas foram mais elevadas. O pH apresentou uma tendência levemente ácida durante o ano, com uma média mensal de 6,67, destacam-se os meses de abril e dezembro que apresentaram maior acidez (Figura 2). Por problemas com a sonda multiparâmetros, foi possível obter os dados de condutividade apenas a partir de junho, sendo que setembro outubro e novembro foram os meses com os maiores valores. O oxigênio dissolvido variou de 3,03 a 8,65 mg/L no ano, com aumentos no inverno e pico em agosto. Juntamente com a clorofila-a, o material em suspensão foi um dos únicos parâmetros que não apresentou variação significativa durante o ano (Tabela 2 e Figura 2). Material em suspensão apresentou média no ano de 4,26 µg/ml e a clorofila-a de 5,54 µg/L.

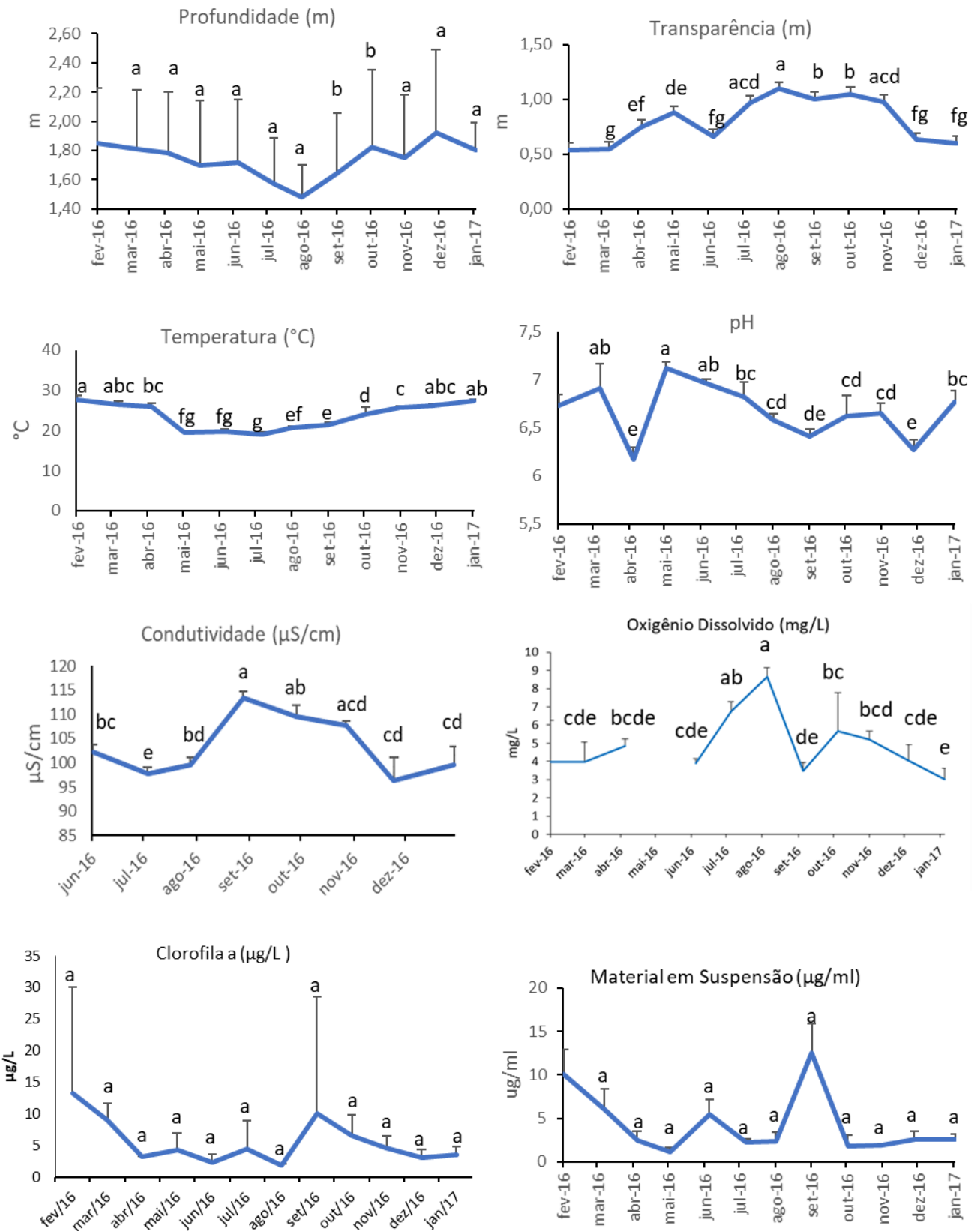


Figura 2- Médias e desvios padrões dos fatores físicos e químicos e clorofila-a durante o período de estudo, obtidos na represa municipal de São José do Rio Preto.

Tabela 2 – Resultados da Anova para a comparação dos fatores físicos e químicos entre os meses.

| <b>Fatores físicos e químicos</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|-----------------------------------|----------|----------|
| Profundidade                      | 16,02    | < 0,001  |
| Transparência                     | 59,24    | < 0,001  |
| Temperatura                       | 105,66   | < 0,001  |
| pH                                | 26,00    | < 0,001  |
| Condutividade                     | 20047,88 | < 0,001  |
| Oxigênio dissolvido               | 13,51    | < 0,001  |
| Material em suspensão             | 2,87     | 0,12     |
| Clorofila <i>a</i>                | 1,16     | 0,33     |

Com base nos índices de clorofila-a medidos, observou-se que na maioria dos meses a represa apresentou estado mesotrófico (Tabela 3).

Tabela 3: Índice do Estado Trófico e classificação em cada um dos meses avaliados.

|        | <b>IET</b> | <b>Classificação</b> |
|--------|------------|----------------------|
| Fev/16 | 59,41      | Eutrófico            |
| Mar/16 | 57,47      | Mesotrófico          |
| Abr/16 | 52,48      | Mesotrófico          |
| Mai/16 | 53,85      | Mesotrófico          |
| Jun/16 | 50,85      | Oligotrófico         |
| Jul/16 | 54,12      | Mesotrófico          |
| Ago/16 | 49,76      | Oligotrófico         |
| Set/16 | 58,08      | Mesotrófico          |
| Out/16 | 56,02      | Mesotrófico          |
| Nov/16 | 54,27      | Mesotrófico          |
| Dez/16 | 52,33      | Mesotrófico          |
| Jan/17 | 52,89      | Mesotrófico          |

Dentre a comunidade de microcrustáceos planctônicos, foram encontradas 11 espécies de cladóceros e duas de copépodos (Tabela 4). Rotíferos foram registrados em todas as amostras e tecamebas ocorreram em fevereiro, maio e novembro. *Diaphanosoma spinulosum* foi a única espécie de cladócero registrado em todas as amostras e outras seis espécies ocorreram em apenas uma amostragem (*Ceriodaphnia cornuta*, *Bosmina hagmanni*, *Bosminopsis deitersi*, *Ilyocryptus* sp., *Euryalona orientalis* e *Acroperus harpae*). Dentre os copépodos, as duas espécies registradas foram constantes durante o ano (Tabela 4).

Tabela 4 – Espécies de cladóceros e copépodos encontradas na represa durante o ano.

|                                | Fevereiro | Maior | Agosto | Novembro |
|--------------------------------|-----------|-------|--------|----------|
| <b>Cladocera</b>               |           |       |        |          |
| Sididae                        |           |       |        |          |
| <i>Diaphanosoma spinulosom</i> | X         | X     | X      | X        |
| Moinidae                       |           |       |        |          |
| <i>Moina micrura</i>           | X         | X     |        | X        |
| Daphniidae                     |           |       |        |          |
| <i>Daphnia gessneri</i>        |           | X     | X      | X        |
| <i>Daphnia laevis</i>          |           |       | X      | X        |
| <i>Ceriodaphnia cornuta</i>    |           |       |        | X        |
| Bosminidae                     |           |       |        |          |
| <i>Bosmina hagdmani</i>        |           |       |        | X        |
| <i>Bosminopsis deitersi</i>    | X         |       |        |          |
| Ilyocryptidae                  |           |       |        |          |
| <i>Ilyocryptus sp.</i>         | X         |       |        |          |
| Chydoridae                     |           |       |        |          |
| <i>Alona cf. monacanta</i>     | X         |       | X      |          |
| <i>Euryalona orientalis</i>    | X         |       |        |          |
| <i>Acroperus harpae</i>        |           |       | X      |          |
| <b>Copepoda</b>                |           |       |        |          |
| Cyclopoida                     |           |       |        |          |
| <i>Thermocyclops decipiens</i> | X         | X     | X      | X        |
| Calanoida                      |           |       |        |          |
| <i>Notodiaptomus iheringi</i>  | X         | X     | X      | X        |
| <b>Rotifera</b>                | X         | X     | X      | X        |
| <b>Tecameba</b>                | X         | X     |        | X        |

Os índices de diversidade de espécies de microcrustáceos não apresentaram variações ao longo do ano (Tabela 5). O mês com maior diversidade foi novembro; equitabilidade e dominância apresentaram valores parecidos, com exceção de maio quando a equitabilidade foi mais elevada.

Tabela 5 – Riqueza e diversidade de espécies de microcrustáceos da Represa Municipal ao longo do ano.

| Índices                | Fevereiro | Maio | Agosto | Novembro |
|------------------------|-----------|------|--------|----------|
| Riqueza (S)            | 8         | 5    | 7      | 8        |
| Índice de Shannon (H') | 1,07      | 1,25 | 0,93   | 1,31     |
| Simpson (D)            | 0,47      | 0,34 | 0,48   | 0,33     |
| Equitabilidade (J)     | 0,51      | 0,78 | 0,48   | 0,63     |

No mês de fevereiro, o grupo Rotifera foi o mais abundante (Figura 3), já em maio as densidades de todos os grupos do zooplâncton apresentaram queda e em agosto e novembro, os copépodos foram o grupo mais abundante. Novembro foi o mês com as maiores densidades do zooplâncton. As densidades variaram significativamente ao longo do ano ( $H_{3,24} = 11,85$ ,  $p = 0,008$ ).

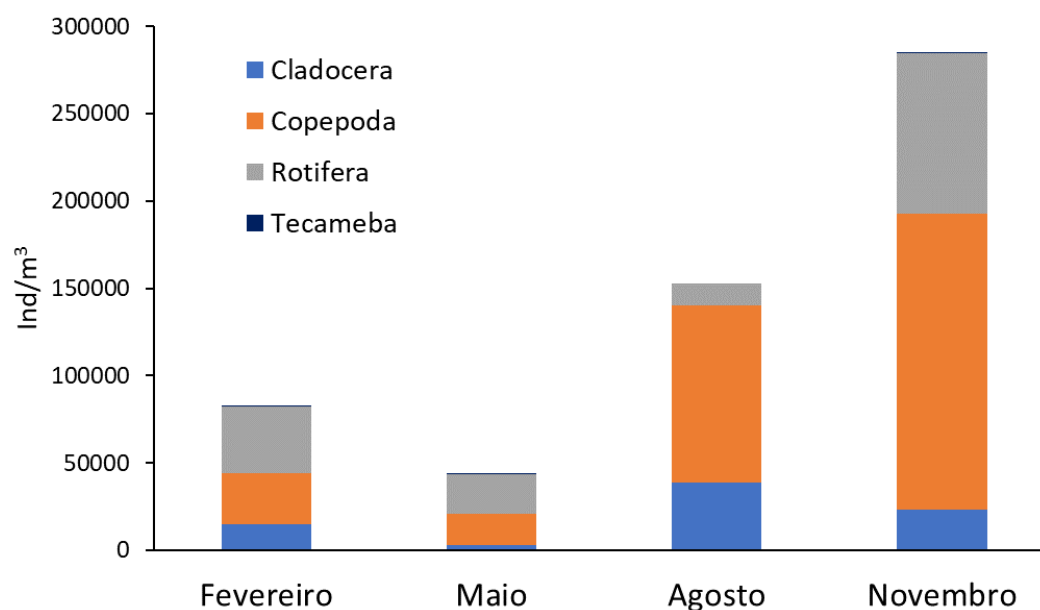


Figura 3 – Densidade dos grupos que compõem o zooplâncton na Represa Municipal de São José do Rio Preto ao longo do ano.

As densidades de cladóceros foram significativamente diferentes entre os meses ( $H_{3, 24} = 10,41$ ,  $p = 0,01$ ). Nos meses de fevereiro, maio e novembro, *Moina micrura* foi a espécie que dominou em densidade (Figura 4), mas em agosto, o mês com as maiores densidades de cladóceros, *Daphnia gessneri* e *D. laevis* foram as mais abundantes. *Diaphanosoma spinulosum* foi outra espécie abundante, mas que não apresentou grandes variações nos meses estudados.

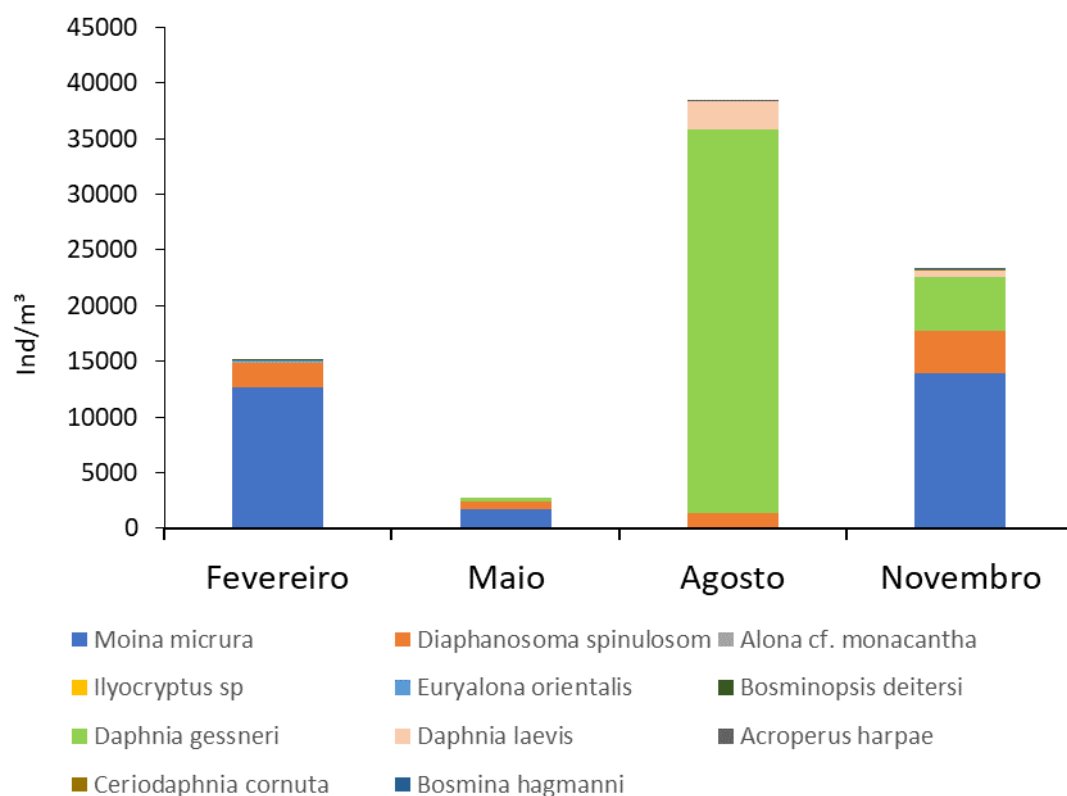


Figura 4 – Densidade dos cladóceros na Represa Municipal de São José do Rio Preto ao longo do ano.

Os copépodos aumentaram em densidade ao longo do ano, sendo que náuplios foram o estágio mais abundante (Figura 5). *Notodiaptomus iheringi* foi a espécie com as maiores densidades em todos os meses. As diferenças das densidades de copépodos entre os meses foi estatisticamente significativas ( $H_{3, 24} = 14,38$ ,  $p = 0,002$ ).

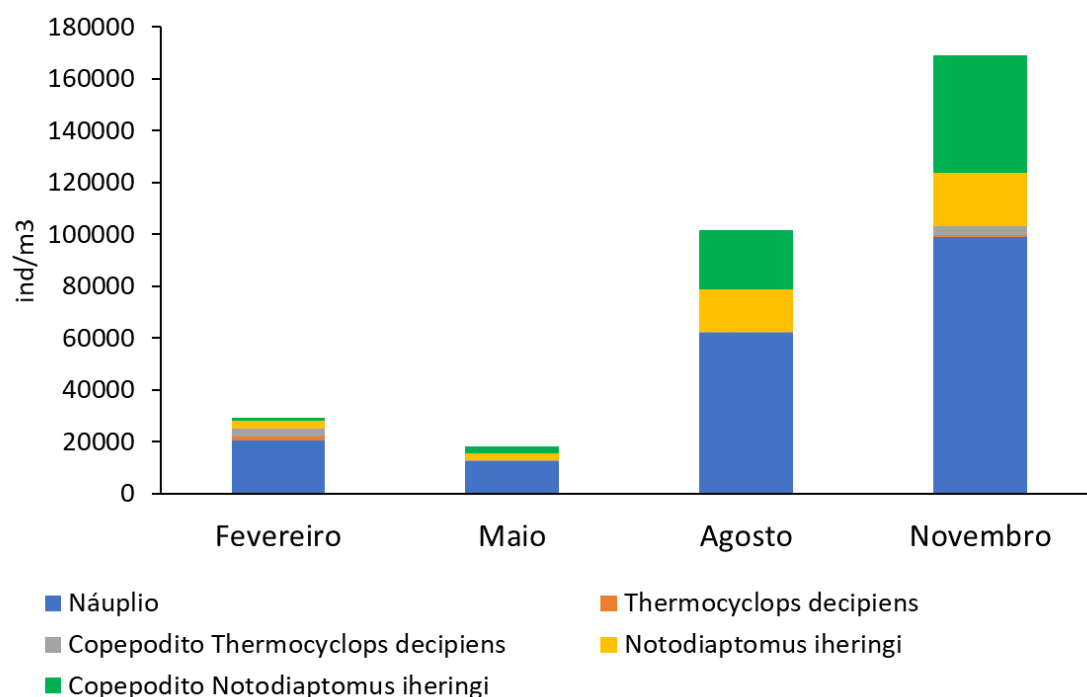


Figura 5 – Densidade dos copépodos na Represa Municipal de São José do Rio Preto ao longo do ano.

As densidades de rotíferos apresentaram queda de fevereiro a agosto, mas aumentaram bastante em novembro (Figura 6) ( $H_{3, 24} = 8,4$ ,  $p = 0,04$ ). Já as tecamebas apresentaram maiores densidades em fevereiro e maio, não foram observadas em agosto e voltaram a aumentar em novembro (Figura 7).

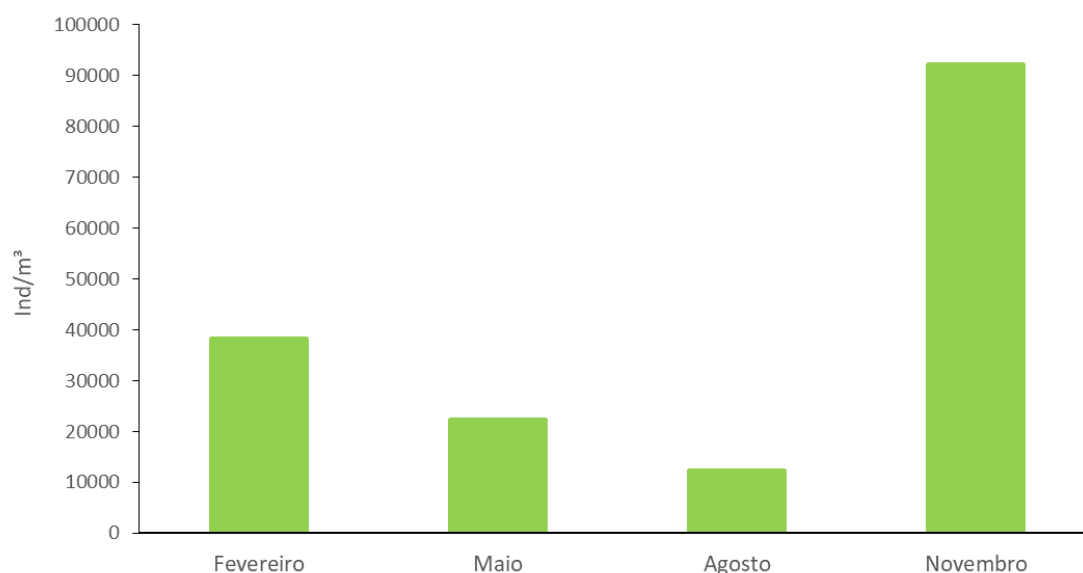


Figura 6 – Densidade dos rotíferos na Represa Municipal de São José do Rio Preto ao longo do ano.

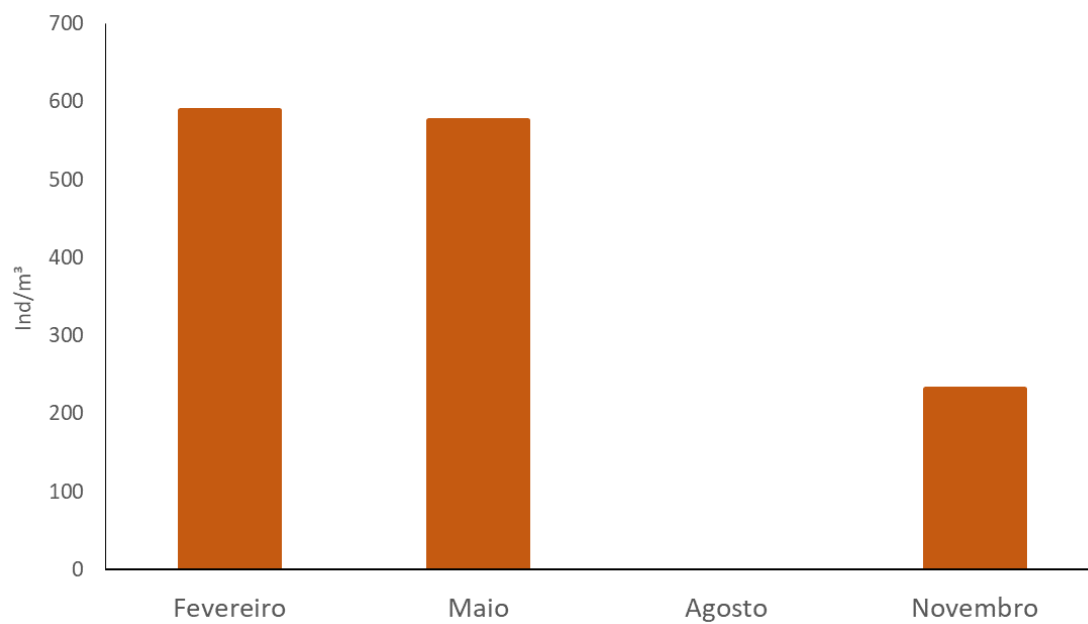


Figura 7 – Densidade da tencas na Represa Municipal de São José do Rio Preto ao longo do ano.

Quanto ao tamanho do zooplâncton, foram observadas maiores densidades de meso e macrozooplâncton ao longo do ano (Figura 8). As três classes de tamanho variaram significativamente através dos meses ( $p < 0,05$ ).

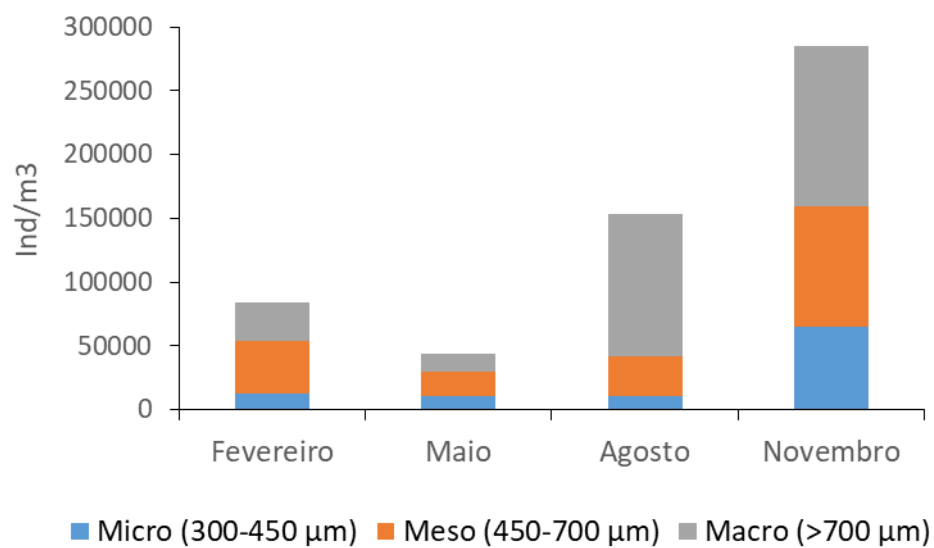


Figura 8 - Proporção das classes de tamanho (micro, meso e macro) do zooplâncton da Represa Municipal de São José do Rio Preto ao longo do ano.

Os fatores que mais influenciaram as densidades do zooplâncton foram a condutividade, transparência, a temperatura, o OD e o pH (Tabela 6). Todos os grupos apresentaram correlações significativas com algum desses fatores, mas rotíferos, tecamebas e cladóceros foram os mais frequentes. Desta-se as correlações positivas de cladóceros com a transparência e o OD. *Daphnia gessneri* e *D. laevis* apresentaram correlação negativa com a condutividade. Outra correlação a se destacar é a que foi positiva entre macrozooplâncton e transparência e OD, e negativa com o pH.

Tabela 6: Valores de R e de p para as correlações entre as espécies e os fatores físicos e químicos da água da Represa Municipal de São José do Rio Preto ao longo do ano. (valores em vermelho indicam correlação significativa).

|                     |   | MS    | Prof. | Transp. | Temp. | pH    | OD    | Cloro | Condutividade |
|---------------------|---|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| Zooplâncton         | R | -0,28 | 0,32  | 0,41    | 0,44  | -0,42 | 0,19  | -0,07 | 0,56          |
|                     | p | 0,22  | 0,16  | 0,07    | 0,049 | 0,06  | 0,45  | 0,78  | 0,06          |
| Cladocera           | R | -0,28 | 0,09  | 0,77    | 0,02  | -0,43 | 0,58  | -0,21 | -0,47         |
|                     | p | 0,22  | 0,68  | 0,001   | 0,94  | 0,049 | 0,01  | 0,36  | 0,12          |
| Copepoda            | R | -0,26 | 0,13  | 0,35    | 0,37  | -0,49 | 0,17  | -0,15 | 0,48          |
|                     | p | 0,25  | 0,59  | 0,11    | 0,10  | 0,02  | 0,49  | 0,52  | 0,11          |
| Rotifera            | R | -0,17 | 0,59  | 0,12    | 0,54  | -0,08 | -0,06 | 0,18  | 0,74          |
|                     | p | 0,47  | 0,005 | 0,59    | 0,01  | 0,72  | 0,81  | 0,44  | 0,006         |
| Tecameba            | R | 0,53  | -0,15 | -0,62   | 0,12  | 0,27  | -0,73 | -0,12 | 0,39          |
|                     | p | 0,01  | 0,52  | 0,003   | 0,60  | 0,24  | 0,001 | 0,62  | 0,21          |
| <i>D. gessneri</i>  | R | -0,23 | 0,01  | 0,73    | -0,20 | -0,32 | 0,68  | -0,24 | -0,71         |
|                     | p | 0,32  | 0,97  | 0,00    | 0,37  | 0,16  | 0,002 | 0,31  | 0,009         |
| <i>D. laevis</i>    | R | -0,21 | 0,08  | 0,70    | -0,16 | -0,38 | 0,67  | -0,26 | -0,64         |
|                     | p | 0,35  | 0,73  | 0,00    | 0,48  | 0,09  | 0,002 | 0,26  | 0,02          |
| <i>M. minuta</i>    | R | -0,14 | 0,24  | 0,08    | 0,60  | -0,25 | -0,28 | 0,14  | 0,83          |
|                     | p | 0,56  | 0,29  | 0,72    | 0,004 | 0,27  | 0,25  | 0,55  | 0,001         |
| <i>T. decipiens</i> | R | 0,02  | 0,27  | -0,20   | 0,38  | 0,09  | -0,07 | 0,65  | 0,50          |
|                     | p | 0,90  | 0,24  | 0,39    | 0,09  | 0,69  | 0,78  | 0,002 | 0,10          |
| <i>N. iheringe</i>  | R | -0,26 | -0,02 | 0,36    | 0,18  | -0,51 | 0,24  | -0,27 | 0,15          |

|       |   |       |      |       |      |       |       |       |       |
|-------|---|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
|       | p | 0,25  | 0,94 | 0,12  | 0,43 | 0,02  | 0,32  | 0,25  | 0,64  |
| Micro | R | -0,27 | 0,28 | 0,22  | 0,52 | -0,28 | -0,14 | -0,05 | 0,84  |
|       | p | 0,23  | 0,22 | 0,34  | 0,02 | 0,21  | 0,57  | 0,82  | 0,001 |
| Meso  | R | -0,21 | 0,34 | 0,28  | 0,49 | -0,29 | 0,01  | 0,07  | 0,59  |
|       | p | 0,37  | 0,13 | 0,23  | 0,02 | 0,20  | 0,97  | 0,77  | 0,04  |
| Macro | R | -0,30 | 0,23 | 0,60  | 0,26 | -0,51 | 0,52  | -0,18 | 0,06  |
|       | p | 0,18  | 0,31 | 0,004 | 0,26 | 0,02  | 0,03  | 0,45  | 0,86  |

## 4. Discussão

Os dados mostrados aqui se apresentaram diferentes daqueles registrados em outros trabalhos onde os reservatórios foram considerados eutrofizados (Di Genaro et al., 2015; Ghidini et al., 2009). Os valores altos de transparência, os níveis adequados de oxigênio, valores baixos de matéria em suspensão e de clorofila-a e o Índice do Estado Trófico indicam não houve eutrofização ocorrendo na represa. Algumas características observadas na comunidade zooplancônica podem ser registradas em ambientes aquáticos mesotróficos, como no observado por Galvão (2014), que ao estudar dois reservatórios do semiárido brasileiro, observou que o que apresentava estado mesotrófico tinha maiores valores da razão Calanoida:Cyclopoida, como observado aqui. Outra observação é que a baixa média mensal de matéria em suspensão (mesmo com o pico em setembro) indica que apesar do desmatamento da mata ciliar, não houve grande quantidade de sedimento carregado para a represa.

Um exemplo de estudo de ambiente eutrófico a se comparar é o de Ismail et al. (2016), que analisou dois lagos artificiais na Malásia que tinham valores de clorofila-a de 0.16 mg/L e 0.14 mg/L, muito acima do observado na represa municipal. Na represa de Barra Bonita (SP), que recebe forte influência do despejo de efluentes, os valores médios de clorofila-a e de condutividade se mostraram muito superiores aos registrados aqui (Zaganini et al., 2011).

A eutrofização pode ser provocada por entrada de esgoto clandestino, sendo doméstico ou industrial, lançamento de lixo e até acidentes com veículos que carregam substâncias que podem cair na represa. Os baixos valores dos parâmetros que poderiam

indicar a eutrofização na represa podem ser devido à baixa entrada de matéria orgânica neste ecossistema. Embora presente em um ambiente urbano e sujeita à poluição por matéria orgânica, algumas características da cidade e do próprio ambiente aquático devem estar contribuindo para a não eutrofização da represa. O primeiro deles é a presença de uma estação de tratamento de esgoto na cidade de São José do Rio Preto, funcionando em operação definitiva desde setembro de 2010. O tratamento do esgoto impede que grande parte da matéria orgânica, proveniente principalmente de efluentes domésticos, seja lançada na água da represa; mesmo que ocorram entradas por vazamentos ou de forma clandestina, estes não estão prejudicando os níveis de eutrofização. Um outro fator positivo é a presença de grande quantidade de macrófitas na entrada dos rios que desaguam na represa. Estas plantas podem funcionar como filtros naturais, absorvendo grandes quantidades de nitrogênio e fósforo em seus tecidos, principalmente pelas raízes, e, conseqüentemente, diminuindo o enriquecimento por nutrientes (Brix, 1994; Liu et al., 2012).

Os dados de riqueza de espécies encontrados na represa neste estudo estão acima daqueles encontrados por Castilho-Noll et al. (2012), que estudaram 5 pequenos reservatórios em áreas rurais também no noroeste do Estado de São Paulo. Para estes autores os maiores valores de riqueza foram associados à zona litorânea onde a presença das macrófitas parece ter sido um fator preponderante para o desenvolvimento de várias espécies de cladóceros, como também demonstrado por Castilho-Noll et al. (2010). Em nosso estudo, as amostragens não foram realizadas na zona litorânea e os valores de riqueza observados na zona limnética podem ser resultado de um ambiente com boa quantidade e qualidade de alimento, representado pelo fitoplâncton. Embora não tenha sido analisado, a composição de algas no fitoplâncton é um dos principais fatores que determinam o desenvolvimento das populações de cladóceros filtradores (Arcifa et al., 2015).

A maior riqueza de cladóceros neste estudo pode estar relacionada com a disponibilidade de alimento, sendo que apesar de não haver grande nível de clorofila-a que indique muito fitoplâncton, eles podem se alimentar também de bactérias e detritos. Isso pode ser observado no estudo de Santos et al. (2011), que analisaram os cladóceros de seis reservatórios, com diferentes graus de trofia, localizados em diferentes bacias hidrográficas dos Estados de São Paulo e do Paraná. Eles observaram maiores valores de riqueza e abundância em reservatórios eutróficos, o que pode ser devido à maior disponibilidade de alimento, além de características de ambiente lântico dos reservatórios,

como o elevado tempo de residência da água, que favorece os cladóceros. Embora a represa municipal tenha apresentado grau mesotrófico, a disponibilidade adequada de alimento propiciou a diminuição da competição com o aumento da riqueza de espécies de cladóceros.

Além disso, cladóceros podem apresentar curto tempo de desenvolvimento e maior eficiência de reprodução quando as condições ambientais são favoráveis (Panarelli et al., 2010), resultando em maiores densidades.

A predominância de copépodos Calanoida sobre os Cyclopoida aqui pode ser uma indicação do baixo nível trófico da represa, pois em ambientes oligotróficos há a dominância de nanofitoplâncton que é consumido por grandes herbívoros, como grandes copépodos Calanoida, enquanto que em ambientes eutróficos há a predominância de bactérias e o microfitoplâncton, particularmente formado pelas algas coloniais, que são consumidos por Copepoda Cyclopoida (Galvão, 2014). Além disso, certas espécies de copépodos Cyclopoida podem estar associadas a condições eutróficas, sendo tolerantes a tais condições, como o *Thermocyclops decipiens* encontrado aqui em baixas densidades, e que é positivamente associado com a clorofila-a (Perbiche-Neves et al., 2016). Sua baixa densidade na represa pode indicar que esta não sofre eutrofização. Um caso contrário é o do Lago Paranoá, um reservatório eutrófico em Brasília, no qual *T. decipiens* representou quase 50% da comunidade zooplanctônica, sendo que devido a seus hábitos onívoros, pode ingerir espécies do fitoplâncton que são inadequadas para outras espécies zooplanctônicas, e devido à baixa transparência daquele reservatório, ele sofreu pouca predação visual (Padovesi-Fonseca et al., 2002).

Quanto à densidade dos copépodos, a predominância dos náuplios sobre os adultos se deve à contínua reprodução desses organismos e a maior pressão dos predadores sobre os adultos ao invés dos náuplios (Fantin-Cruz et al., 2011).

As tecamebas aparentam ser favorecidas por variáveis relacionadas à produtividade (como clorofila-a), pois ambientes mais produtivos oferecem maior quantidade de alimento (Arrieira et al., 2017). As condições mais mesotróficas da represa municipal indicariam um ambiente não tão produtivo, ou seja não tão eutrofizado, explicando a baixa densidade e pouca presença das tecamebas durante o ano. Além disso, as correlações positiva com o material em suspensão e negativa com a transparência e o oxigênio dissolvido, demonstram as preferências deste organismo por um ambiente com maior quantidade de matéria orgânica particulada e dissolvida na água, como também apontado por Santos et al. (2013). A abundância das tecamebas também é favorecida por

ambientes com maior velocidade da água e turbidez, como rios, diferente de represas (Picapedra et al., 2017). As amebas testáceas pertencem ao grupo dos Protistas de vida livre mais heterogêneo e polifilético.

As proporções das classes de tamanho do zooplâncton podem ser afetadas pelo estado trófico do reservatório. Isso pôde ser visto no estudo de Pinto-Coelho et al. (2005), que ao estudarem os efeitos do aumento da eutrofização sobre a estrutura de crustáceos zooplancctônicos de um reservatório eutrófico, observaram mudanças no tamanho e na biomassa, como grandes cladóceros dominantes *Daphnia laevis* e *D. gessneri* desaparecendo e sendo substituídas pelo pequeno cyclopoida *Thermocyclops decipiens*, sendo que o nosso estudo apresentou uma situação contrária. Entretanto, as correlações positivas e significativas entre clorofila e *T. decipiens* confirmam as preferências desse copépodo por ambientes eutrofizados caracterizados por elevado crescimento de algas. Em ambientes eutrofizados, as cianobactérias podem afetar a filtração das espécies zooplancctônicas maiores, favorecendo a dominância das espécies menores (Bonecker et al., 2007). Como as classes predominantes aqui são meso e macrozooplâncton, com espécies de grande porte ocorrendo em elevada abundância tais como: *Daphnia gessneri* (639µm-939µm), *D. laevis* (1271µm-1507µm), e o copépodo *Notodiaptomus iheringe* (862µm-1131µm), o estado mais mesotrófico da represa deve estar favorecendo o aparecimento de espécies de maior tamanho corporal, como observado.

As correlações positivas encontradas entre a transparência e as duas espécies de *Daphnia* sugerem que estas são espécies que se desenvolvem melhor em ambientes com menor quantidade de material em suspensão, embora suas elevadas capacidades de filtração também possa ser um fator de controle do crescimento de algas do fitoplâncton. Um exemplo disso é o estudo de Rothhaupt (1997), no qual *Daphnia pulicaria* teve maior pressão de pastagem sobre o fitoplâncton do que *Eudiaptomus graciloida* em um experimento de longo prazo, sendo que esta *Daphnia* fixou mais fósforo, limitando este recurso para as algas.

Os rotíferos tiveram maiores densidades nos meses chuvosos (principalmente novembro) devido ao transporte de nutrientes, observando que os rotíferos normalmente predominam em ambientes aquáticos, tanto em riqueza quanto em densidade, por colonizarem diversos ambientes, apresentarem altas taxas reprodutivas e curto ciclo de vida (Reis et al., 2015), sendo assim r-estrategistas. No estudo de Lodi et al. (2011) os microcrustáceos foram negativamente relacionados com a concentração de clorofila-a,

enquanto a densidade de rotíferos foi melhor relacionada com a eutrofização. No estudo de Castilho-Noll et al. (2012), os rotíferos dos reservatórios eutróficos e hipereutróficos foram predominantes em densidade, diferente do nosso estudo. Na represa municipal, os baixos graus de trofia deve ter sido um fator que não possibilitou a dominância dos rotíferos como observados em outros ambientes.

As condições da represa favorecem as diferentes espécies zooplanctônicas, que não apareceriam se o ambiente fosse eutrofizado. No caso de *Daphnia laevis*, sua dinâmica populacional é influenciada por mudanças nas características físicas e químicas da água através dos períodos (Brandão et al., 2012), sendo que aqui sua relação positiva com a transparência poderia indicar que essa espécie é favorecida pelas condições mais mesotróficas. *Daphnia laevis* também produz ovos dormentes que eclodem em condições favoráveis (Brandão et al., 2014), sendo que a transparência da água pode ser um fator que ajuda na eclosão. Quanto ao copépodo *Notodiaptomus iheringe*, Ger & Panosso (2014) mostrou que esse pode tolerar florações de cianobactérias na presença de alimento alternativo. O estado mesotrófico pode fornecer alimento adequado para a predominância deste calanoida.

A construção de reservatórios pode favorecer a comunidade zooplanctônica com a mudança de ambiente lótico para lêntico, pela diminuição da turbulência e do fluxo da água, favorecendo a riqueza e a densidade, em função da possível ocorrência de condições mais adequadas à reprodução e à sobrevivência no novo ambiente formado (Pedrozo et al., 2012). Perbiche-Neves & Nogueira (2013) mostrou que um maior tempo de retenção propicia condições mais favoráveis para o desenvolvimento de copépodos. Reservatórios favorecem o crescimento e desenvolvimento de espécies de Copepoda e Cladocera que tenham mais condições para se reproduzir e crescer em ambientes lênticos, havendo uma substituição de espécies lóticas por lênticas (Matsumura-Tundisi et al., 2015). No entanto, Simões et al (2015) mostraram que a diversidade alfa é maior em lagos naturais do que em reservatórios, devido aos lagos terem maior heterogeneidade ambiental e serem mais produtivos, enquanto os reservatórios podem sofrer impactos antrópicos.

Lagoas naturais, como as lagoas marginais, apresentam maior riqueza e densidade de cladóceros do que os reservatórios (Stephan et al. 2017). Para estes autores a dinâmica de inundação das lagoas marginais, associada à elevada diversidade de habitats, dada pela abundância de macrófitas, é o que propicia a alta diversidade de espécies zooplanctônicas. Em nosso estudo, a baixa riqueza e densidade de espécies características da zona litorânea, tais como os cladóceros da família Chydoridae, é uma indicação da baixa

diversidade de habitats dos reservatórios.

## **5. Conclusão**

No estudo que pudemos realizar, foi possível observar que a diversidade de espécies zooplanctônica é similar a de outros reservatórios artificiais. A comunidade foi dominada por espécies de grande porte, indicando que o ambiente estudado apresenta característica de meso e oligotróficos. Nossa hipótese mostrou não estar correta, pois apesar de condutividade e ph influenciarem as densidades e tamanho do zooplâncton, clorofila-a e material em suspensão não tiveram influência significativa, mostrando que a eutrofização não afetou os organismos. Não ocorreram variações nas condições físicas e químicas da represa que pudessem impactar negativamente a comunidade zooplanctônica.

## 6. Referências

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, vol22 no. 22. 2013. P 711-728.
- Arcifa, M.S., Santos-Ferreira, T.C., Fileto, C., Castilho-Noll, M.S.M., Bunioto, T.C., Minto, W. J. A long-term study on crustacean plankton of shallow tropical lake: the role of invertebrate predation. *J. Limnol.* Vol. 74 no. 3. 2015. P 606-617.
- Arrieira, R. L., Schwind, L. T. F., Bonecker, C. C., Lansac-Tôha, F. A. Temporal dynamics and environmental predictors on the structure of planktonic testate amoebae community in four Neotropical floodplains. *Journal of Freshwater Ecology*. Vol. 32, N° 1, 2017, 35–47;
- Bonecker, C. C., Nagae, M. Y., Bletler, M. C. M., Velho, L. F. M., Lansac-Tôha, F. A. Zooplankton biomass in tropical reservoirs in Southern Brazil. *Hydrobiologia*. V.579, 2007, pg. 115–123.
- Brandão, L. P. M., Fajardo, T., Eskinazi-Sant'Anna, E., Brito, S., Maia-Barbosa, P. Fluctuations of the population of *Daphnia laevis* Birge 1878: a six-year study in a tropical lake. *Brazilian Journal of Biology*. vol. 72, no. 3, 2012, p. 479-487.
- Brandão, L. P. M., Pujoni, D. G. F., Maia-Barbosa, P. M. Seasonal dynamics of *Daphnia laevis* Birge, 1878 ephippia in a tropical lake with a description of a new methodology for in situ evaluation. *Brazilian Journal of Biology*. Vol. 74, no. 3, 2014, p. 642-648.
- Brito, S. L., Maia-Barbosa, P. M., Pinto-Coelho, R. M.. Zooplankton as an indicator of trophic conditions in two large reservoirs in Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. Vol. 16, 2011, pg. 253-264.
- Brix, H. Functions of macrophytes in constructed wetlands. *Water Science and Technology*. Vol. 29, nº4, 1994, pg. 71-78;
- Bucci, M. M. H. S., Delgado, F. E. F., Oliveira, L. F. C. Water quality and trophic state of a tropical urban reservoir for drinking water supply (Juiz de Fora, Brazil). *Lake and Reservoir Management*. Vol.31, 2015, pg.134–144.
- Castilho-Noll, M. S. M., Câmara, C. F., Chicone, M. F., Shibata, E. S. Pelagic and littoral cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from reservoirs of the

- northwest of São Paulo State, Brazil. *Biota Neotropica*. vol. 10, no. 1, 2010, pg. 1-10;
- Castilho-Noll, M. S. M., Câmara, C. F., Abra, J., Stephan, L. R. Fauna de invertebrados planctônicos e fitófilos em ambientes lênticos associados a fragmentos florestais remanescentes da região noroeste do estado de São Paulo. In: Necchi, O. (ed.) *Fauna e flora de fragmentos florestais remanescentes da região noroeste do estado de São Paulo*. Holos Editora. 2012. Pg. 137-153.
- Di Genaro, A. C., Sendacz, S., Moraes M. A. B., Mercante, C. T. J. Dynamics of Cladocera Community in a Tropical Hypereutrophic Environment (Garças Reservoir, São Paulo, Brazil). *Journal of Water Resource and Protection*. Vol.7, 2015, pg. 379-388.
- Esteves, F. A. *Fundamentos de limnologia*. 3ª edição. Rio de Janeiro: Interciência. 2011. 201 p.
- Fantin-Cruz, I., Loverde-Oliveira, S. M., Bonecker, C. C., Girad, P., Motta-Marque, D. Relationship between the structure of zooplankton community and the water level in a floodplain lake from the Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Vol. 33, n. 3, 2011, pg. 271-279.
- Fernandes, L. A., Coimbra, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretaceo). *Revista Brasileira de Geociências*. Vol. 30 no. 4. 2000. P 717-728.
- Galvão, A. M. F. A comunidade zooplanctônica como bioindicadora do estado trófico de reservatórios em região semiárida tropical. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária. 2014. Pg. 1-36;
- Gazonato Neto, A.J., Silva, L.C., Saggio, A.A., Rocha, O. Zooplankton communities as eutrophication bioindicators in tropical reservoirs. *Biota Neotropica*. V14, Nº4, 2014, pg.1-12.
- Ger, K. A., Panosso, R. The effects of a microcystin-producing and lacking strain of *Microcystis* on the survival of a widespread tropical copepod (*Notodiaptomus iheringi*). *Hydrobiologia*. Vol.738, 2014, pg.61–73.
- Ghidini, A. R., Serafim-Júnior, M., Perbiche-Neves, G., Brito, L. Distribution of planktonic cladocerans (Crustacea: Branchiopoda) of a shallow eutrophic reservoir (Paraná State, Brazil). *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. Vol. 4(3), 2009, pg. 294-305.
- Golterman, H.L., Clymo, R.S., Ohmstad, M.A.A. *Methods for physical and chemical*

- analysis of freshwaters. Blackwell Scientific Publication: Oxford, 1978, 213 p.
- Hansen, M. A. F., Leipnitz, I. I., Ferreira, F., Bastos, V. L., Giovanoni, L., Leão, C. J. Influência de algumas variáveis ambientais sobre a fauna de tecamebas das lagoas do Marcelino e do Peixoto, Osório, RS, Brasil. Congresso da Abequa. 2005. pg.1-6.
- Ismail, A. H., Adnan, A. A. M. Zooplankton Composition and Abundance as Indicators of Eutrophication in Two Small Man-made Lakes. Vol. 27, 2016, pg. 31–38.
- Kronka, F.J.N., Matsukuma, C.K., Nalon, M.A., Delcali, I.H., Rossi, M., Mattos, I.F.A., Shin-Ike, M.S. & Pontinhas, A.A.S. Inventário florestal do Estado de São Paulo. Instituto Florestal. 1993.
- São Paulo.Lamparelli, M. C. Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.
- Liu, X., Huang, S., Tang, T., Liu, X., Scholz, M. Growth characteristics and nutrient removal capability of plants in subsurface vertical flow constructed wetlands. Ecological Engineering. Vol. 44, 2012, pg. 189– 198.
- Lodi, S., Vieira, L. C. G., Velho, L. F. M., Bonecker, C. C., Carvalho, P., Bini, L. M. Zooplankton Community Metrics as Indicators of Eutrophication in Urban Lakes. Natureza & Conservação. Vol. 9(1), 2011, pg.87-92;
- Matsumura-Tundisi, T., Tundisi, J. G., Souza-Soares, F., Tundisi, J. E. M. Zooplankton community structure of the lower Xingu River (PA) related to the hydrological cycle. Brazilian Journal of Biology. Vol. 75, no. 3, 2015, pg. 47-54.
- Melo, C. A., Moreira, A. B., Bisinoti, M. C. Perfil espacial e temporal de poluentes nas águas da represa municipal de São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. Química Nova, Vol. 32, No. 6, 2009, 1436-1441.
- Menezes, R. F., Attayde, J. L., Vasconcelos, F. R. Effects of omnivorous filter-feeding fish and nutrient enrichment on the plankton community and water transparency of a tropical reservoir. Freshwater Biology. 2010. pg. 767–779.
- Necchi, O. Fauna e Flora de Fragmentos Florestais Remanescentes da Região Noroeste do Estado de São Paulo ed. Ribeirão Preto-SP : Holos Editora, 2012.
- Padovesi-Fonseca, C., Mendonça-Galvão, L., Rocha, D. L. P. 2002. Temporal fluctuation and reproduction of *Thermocyclops decipiens* (Copepoda, Cyclopoida) in an eutrophic lake of central Brazil. Revista de biologia tropical. Vol. 50(1), 2002, pg.

- Panarelli, E. A., Casanova, S. M. C., Henry, R. Secondary production and biomass of Cladocera in marginal lakes after the recovery of their hydrologic connectivity in a river–reservoir transition zone. *Lakes & Reservoirs*. Vol.15, 2010, pg. 319–334;
- Pedrozo, C. S., Schneck, F., Schwarzbold, A., de Farias, R. N. Respostas da comunidade zooplanctônica à formação do reservatório de Dona Francisca, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*. Vol. 102(2), 2012, pg.142-149.
- Perbiche-Neves, G., Nogueira, M., G. Reservoir design and operation: effects on aquatic biota—a case study of planktonic copepods. *Hydrobiologia*. Vol. 707, 2013, pg. 187–198;
- Perbiche-Neves, G., Serafim Jr, M., Ghidini, A. R., Brito, L. Spatial and temporal distribution of Copepoda (Cyclopoida and Calanoida) of an eutrophic reservoir in the basin of upper Iguaçu River, Paraná, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. Vol.19, No. 4, 2007, pg. 393-406.
- Perbiche-Neves, G., Saito, V. S., Previattelli, D., Rocha, C. E. F., Nogueira, M. G. Cyclopoid copepods as bioindicators of eutrophication in reservoirs: Do patterns hold for large spatial extents? *Ecological Indicators*. Vol. 70, 2016, pg. 340–347.
- Picapedra, P. H. S., Fernandes, C., Lansac-Tôha, F. A. Zooplankton community in the Upper Parnaíba River (Northeastern, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*. 2017. Pg. 1-11.
- Pinto-Coelho, R. M., Bezerra-Neto, J. F., Morais-JR., C. A. Effects of eutrophication on size and biomass of crustacean zooplankton in a tropical reservoir. *Brazilian Journal of Biology*. Vol. 65(2), 2005, pg. 325-338.
- Rothhaupt, K. O. Grazing and nutrient influences of *Daphnia* and *Eudiaptomus* on phytoplankton in laboratory microcosms. *Journal of Plankton Research* Vol.19, no. 1, 1997, pg. 125-139.
- Reis, K. P., Paina, K. A., Wisniewski, M. J. S. Comparação da comunidade zooplanctônica de dois corpos d’água da Serra da Mantiqueira-MG. XI Fórum Ambiental da Alta Paulista. Vol. 11, Nº01, 2015, pg. 62-76.
- Sant’anna Neto, J. L. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Climatologia*. Vol.1, Nº1, 2005, pg. 43-60.
- Santangelo, J. M., Esteves, F. A., Tollrian, R., Bozelli, R. L. A small-bodied cladoceran (*Moina micrura*) reacts more strongly to vertebrate than invertebrate predators: a transgenerational life-table approach. *Journal of Plankton Research*. Vol.33, 2011,

pg. 1767–1772.

- Santos, F. V., Lansac-Toha, F. A., Bonecker, C. C. Estrutura das assembléias de cladóceros em reservatórios nos estados de são paulo e paraná: gradientes espaciais e grau de trofia. *Oecologia Australis*. Vol.15(3), 2011, pg. 494-510.
- Santos, R., M., Moreira, R., A., Rocha, O. Composição e abundância do zooplâncton em um córrego urbano. *Periódico Eletr nico Fórum Ambiental da Alta Paulista*. Vol. 9, n. 3, 2013, pg. 18-32.
- Serafim-Júnior, M., Perbiche-Neves, G., Brito, L., Ghidini, A. R., Casanova, S. M. C. Variação espaço-temporal de Rotifera em um reservatório eutrofizado no sul do Brasil. *Iheringia*. Vol.100, N 3, 2010,.pg.233-241;
- Simões, N. R., Nunes, A. H., Dias, J. D., Lansac-Tôha, F. A., Velho, L. F. M., Bonecker, C. C. Impact of reservoirs on zooplankton diversity and implications for the conservation of natural aquatic environments. *Hydrobiologia*. Vol.758, 2015, pg.3–17;
- Suhett, A.L., Santangelo, J. M., Bozelli, R. L., Steinberg, C. E. W., Farjalla, V. F. An overview of the contribution of studies with cladocerans to environmental stress research. *Acta Limnologica Brasiliensia*. Vol. 27(2), 2015, pg. 145-159.
- Stephan, L. R., Castilho-Noll, M. S. M., Henry, R. Comparison among zooplankton communities in hydrologically different lentic ecosystems. *Limnetica*. Vol. 36 (1), 2017, pg. 99-112.
- Teixeira, C., Kutner, M.B. Plankton studies in a mangrove environment. I - First assessment of standing stock and ecological factors. *Boletim do Instituto Oceanogr fico*. 1962. 12: 101-124;
- Tundisi, J. G., Matsumura-Tundisi, T. *Limnologia*. S oPaulo: Oficina de textos. 2008. 636p.
- Zaganini, R. L., Perbiche-Neves, G., Naliato, D. A. O., Carvalho, E. D. Baixa diversidade de zooplâncton na desembocadura de uma represa eutrófica (SP, Brasil): reflexo da poluição? *Estud Biol*. Vol. 32/33(76-81), 2011, pg.17-24.

[http://ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=167&Itemid=469](http://ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=167&Itemid=469), Acessado em 23/02/2018.

### **Termos de Reprodução Xerográfica**

Autorizo a reprodução xerográfica do presente Trabalho de Conclusão, na íntegra ou em partes, para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Assinatura do autor