



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – Campus I
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

LAYS TAMARA DANTAS DA SILVA

**ZOOPLÂNCTON COMO INDICADOR DE ESTADO TRÓFICO EM
RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO**

CAMPINA GRANDE-PB

Fevereiro, 2013

LAYS TAMARA DANTAS DA SILVA

ZOOPLÂNCTON COMO INDICADOR DE ESTADO TRÓFICO EM RESERVATÓRIOS
NO SEMIÁRIDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientador: Dr. Ênio Wocyli Dantas

Co-Orientador: Dr. José Etham de Lucena Barbosa

CAMPINA GRANDE-PB

Fevereiro, 2013

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL – UEPB

S586z Silva, Lays Tamara Dantas da.
Zooplâncton como indicador de estado trófico em reservatórios no semiárido. [manuscrito] / Lays Tamara Dantas da Silva. – 2013.
65 f. : il. color.

Digitado.
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, 2013.
“Orientação: Prof. Dr. Ênio Wocyli Dantas, Departamento de Biologia”.
“Coorientação: Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa, Departamento de Biologia”.

1. Zooplâncton. 2. Eutrofização. 3. Ecossistema. I. Título.

21. ed. CDD 577.7

LAYS TAMARA DANTAS DA SILVA

ZOOPLÂNCTON COMO INDICADOR DE ESTADO TRÓFICO EM RESERVATÓRIOS
NO SEMIÁRIDO

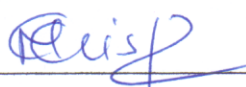
Aprovado em 26 de 02 de 2013

BANCA EXAMINADORA



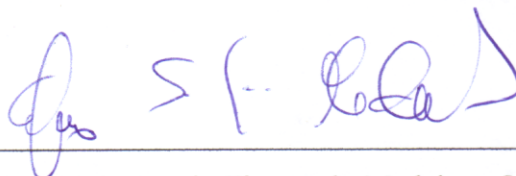
Prof. Dr. Ênio Wocylly Dantas - UEPB

Orientador



Profa. Dra. Maria Cristina Basílio Crispim da Silva - UFPB

Examinadora Externa



Prof. Dr. Elvio Sergio Figueredo Medeiros- UEPB

Examinador Interno

Prof. Dr. Douglas Zeppelini Filho - UEPB

Suplente

*À minha mãe, Inácia Dantas, por
todo seu amor, apoio e esforço,
DEDICO.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a mim, por ter mantido o foco durante todo o curso, mesmo diante de tantas provas e obstáculos, mesmo quando tudo deu errado e pensei em desistir. Sem minha força de vontade, noites mal dormidas, trabalhos cansativos e paciência, eu não teria concluído mais essa etapa acadêmica.

À minha família e amigos, que nem sempre entenderam meus estresses e minha ausência, mas que estiveram ao meu lado e torceram pela minha vitória durante todo o processo. Agradeço especialmente a minha mãe, Inácia Dantas, por acreditar que eu seria capaz de chegar até aqui e por cada palavra, cada ensinamento e cada repreensão que me fizeram ser quem sou! Amo-te imensamente!

À família linda que estou formando, com meu amado Alan Soares e a pequena vida que está sendo gerada em meu ventre. Vocês são minha maior inspiração para crescer cada vez mais como profissional e, principalmente, como pessoa.

Meus sinceros agradecimentos à Universidade Estadual da Paraíba, responsável pela minha formação e pela estrutura necessária para a realização deste trabalho. Aos meus professores, por se esforçarem ao máximo para transmitir seus conhecimentos e por contribuírem com a minha formação ética e profissional.

Aos meus companheiros de pesquisa e de laboratório, em especial a Davi, por toda a ajuda em minhas coletas e análises e pelas conversas que tornaram o trabalho muito mais agradável.

Ao técnico de laboratório Adriano, pela paciência em me ensinar os procedimentos laboratoriais e por ter adaptado seu horário para melhor me atender.

Aos meus amigos de turma, em especial a Samara, Roniere, Clenia e Nathally, por compartilhar todos os “aperreios” com os trabalhos, pela companhia nas inúmeras idas e vindas à Campina, e por tornarem esses dois anos de curso bem mais divertidos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa, por ter me acolhido em seu projeto de pesquisa, e por ter disponibilizado seu laboratório para que eu pudesse fazer todas as minhas análises.

À Prof^a Dr^a Paulina Maia-Barbosa, por ter me recebido em seu laboratório, na UFMG, e ter acrescentado tantos conhecimentos.

À Rosinha, pela paciência e amor em cada dia do treinamento de sistemática na UFMG.

À banca examinadora, por ter aceitado o convite, e pelas críticas construtivas, que só acrescentam ao trabalho.

E por fim, mas não menos importante, agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Ênio Woclyli Dantas, pelos valiosos ensinamentos, pelo seu esforço e paciência, por acreditar em meu potencial e por ter me acolhido durante seis anos. Obrigada pela sua amizade e compreensão, e também pelas repreensões. Muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização dos reservatórios Namorados, Taperoá II e Soledade, Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, semiárido paraibano..... 29
- Figura 2. Amplitude da ocorrência das espécies de zooplâncton em função dos indicadores tróficos nos açudes Namorados, Taperoá II e Soledade..... 39
- Figura 3. Variação espaço-temporal do zooplâncton em relação aos fatores ambientais significativos nos reservatórios Namorados, Taperoá II e Soledade, em jan/12 e mai/12..... 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores dos parâmetros físicos e químicos encontrados nos açudes Namorados, Taperoá II e Soledade em jan/12 e mai/12.....	32
Tabela 2. Resultados do Índice de Estado Trófico modificado e seus respectivos estados tróficos nos açudes Namorados, Taperoá II e Soledade, em jan/12 e mai/12.....	32
Tabela 3. Densidade (ind.L^{-1}) das espécies de zooplâncton nos açudes Namorados, Taperoá II e Soledade em jan/12 e mai/12.....	35
Tabela 4. Abundância relativa (%) dos grupos principais nos açudes Namorados, Taperoá II e Soledade, e nos diferentes estados tróficos, em jan/12 e mai/12.....	37
Tabela 5. Resultado da análise multivariada (CCA) para os eixos 1 e 2.....	40

RESUMO

Com o objetivo de utilizar o zooplâncton como ferramenta de indicação do estado trófico em reservatórios do semiárido foi realizada uma análise da composição, densidade e distribuição espaço-temporal do zooplâncton em relação aos indicadores tróficos, em três reservatórios (Namorados, Taperoá II e Soledade) da sub-bacia do rio Taperoá. As coletas foram realizadas em jan/12 e mai/12, em três pontos (captação de água, porção central e montante). O reservatório Soledade foi, em geral, considerado eutrófico. Taperoá II variou de oligotrófico a eutrófico. E Namorados foi, em geral, oligotrófico. Foram encontradas 35 espécies de zooplâncton, sendo 27 espécies de Rotifera, 3 espécies de Cladocera e 5 espécies de Copepoda. Com relação ao estado trófico, 10 espécies ocorreram exclusivamente em pontos oligotróficos, duas em pontos mesotróficos e três em pontos eutróficos. Vale salientar que sete espécies foram ausentes em apenas um estado trófico; destas, duas não ocorreram em pontos oligotróficos; uma não ocorreu em pontos mesotróficos; e quatro não ocorreram em pontos eutróficos. Os pontos oligotróficos apresentaram a menor densidade média (419 ind.L⁻¹), seguido dos mesotróficos (857 ind.L⁻¹) e eutróficos (1202 ind.L⁻¹). Nos diferentes estados tróficos, Rotifera foi o grupo dominante, seguido de Copepoda e Cladocera, exceto em jan/12 nos pontos oligotróficos, onde a abundância relativa de Copepoda foi maior que a de Rotifera. As espécies *B. calyciflorus*, *B. urceolaris* e *T. decipiens* podem ser utilizadas como indicadores de ambientes eutrofizados, e as espécies *H. mira* e *K. cochlearis* podem ser utilizadas como indicadoras de ambientes oligotróficos e/ou mesotróficos.

PALAVRAS-CHAVE: Bioindicação, eutrofização, Cladocera, Copepoda, Rotifera.

ABSTRACT

Aiming to use zooplankton as a tool for indicating the trophic state of reservoirs in semiarid, we performed an analysis of the composition, density and spatial-temporal distribution of zooplankton in relation to trophic indicators in three reservoirs (Namorados, Taperoá II and Soledade) in the sub-basin of the Taperoá river. Samples were collected in Jan/12 and May/12 at three points (water catchment, central portion and amount). The Soledade reservoir was, generally, considered eutrophic. Taperoá II ranged from oligotrophic to eutrophic. Namorados was, generally, considered oligotrophic. We found 35 species of zooplankton, being 27 species of Rotifera, 3 species of Cladocera and 5 species of Copepoda. In relation to trophic state, 10 species were found exclusively in oligotrophic points, two species in mesotrophic and three species in eutrophic points. Seven species were absent for only one trophic state; these, two did not occur in oligotrophic points, one did not occur in mesotrophic and four did not occur in eutrophic points. Oligotrophic points had the lowest average density (419 ind.L⁻¹), followed by mesotrophic (857 ind.L⁻¹) and eutrophic points (1202 ind.L⁻¹). In different trophic states, Rotifera was the dominant group, followed by Copepoda and Cladocera, except in Jan/12 in the oligotrophic points where the relative abundance of Copepoda was higher than the Rotifera. The species *B. calyciflorus*, *B. urceolaris* and *T. decipiens* may be used as indicators of eutrophic environment, and the species *H. mira* and *K. cochlearis* may be used as indicators of oligotrophic and/or mesotrophic environment.

KEYWORDS: Bioindication, eutrophication, Cladocera, Copepoda, Rotifera.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE RESERVATÓRIOS.....	12
1.2 INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO ZOOPLÂNCTON.....	13
1.3 ZOOPLÂNCTON E SUA RELAÇÃO COM O ESTADO TRÓFICO.....	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
3 HIPÓTESES.....	17
REFERÊNCIAS.....	18
CAPÍTULO 1 - Zooplâncton como indicador de estado trófico.....	23
RESUMO.....	25
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS.....	30
Características físicas e químicas.....	30
Detalhamento do Índice de Estado Trófico modificado (IETm).....	31
Comunidade Zooplanctônica.....	33
Ocorrência do zooplâncton e sua relação com indicadores tróficos.....	37
Relação entre o zooplâncton e os fatores físicos e químicos.....	38
DISCUSSÃO.....	41
AGRADECIMENTOS.....	46
CONCLUSÕES GERAIS.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXO - Normas do Periódico Brazilian Journal of Biology.....	59

1 INTRODUÇÃO GERAL

Devido à limitação dos recursos hídricos e à distribuição espaço-temporal heterogênea das chuvas, principalmente no semiárido do Nordeste brasileiro, os reservatórios são construídos a fim de garantir o consumo de água nas zonas urbana e rural, e viabilizar a irrigação (GARJULLI, 2003; FALCÃO, 2005; SILVA, 2006; ESTEVES, 2011).

Entretanto, impactos antrópicos como o crescimento da população humana em torno dos corpos hídricos têm causado distúrbios nos ecossistemas aquáticos, encarecendo a utilização dessas águas. Este distúrbio, conhecido como eutrofização, caracteriza-se pela alta concentração de nutrientes e matéria orgânica em um corpo hídrico, que provoca, conseqüentemente, o crescimento elevado da biota produtora – fitoplâncton e macrófitas (ANDERSEN et al., 2006; FRAGOSO JR et al., 2007). Liberação de esgotos domésticos e industriais e águas residuais urbanas e agrícolas – tendo este último reduzindo, de maneira drástica, o tempo de vida útil destes ecossistemas são as principais atividades antrópicas que causam o enriquecimento dos reservatórios (TUNDISI et al., 1999).

Dentre os efeitos deletérios que a eutrofização pode causar, os mais comuns são depleção do oxigênio dissolvido (ocasionando hipoxia ou anoxia do ecossistema), significativas mudanças na qualidade da água, diminuição da transparência e aumento da quantidade de partículas orgânicas sedimentadas (KOZLOWSKY-SUZUKI & BOZELLI, 2002).

Diversas metodologias como os Índices de Estado Trófico (IETs) e o Índice de Qualidade das Águas (IQA), podem ser adotadas para avaliar os níveis de estado trófico e qualidade ambiental de um ecossistema aquático. Dentre elas, há também a utilização de comunidades biológicas – como a zooplânctônica, seja relacionando a variação de densidade e ocorrência das espécies com as variações dos indicadores tróficos (fósforo total, clorofila ‘a’, transparência da água e ortofosfato solúvel), através de quocientes entre determinados gêneros (como *Brachionus/Trichocerca* ou entre espécies de *Thermocyclops*) ou através também da razão entre copépodes calanóides e ciclopóides (SLADECEK, 1983; SILVA & MATSUMURA-TUNDISI, 2005; LANDA et al., 2007; BRITO et al., 2011; SILVA, 2011).

Os indivíduos que compõem a comunidade zooplânctônica apresentam sensibilidade frente às mudanças ambientais e podem responder rapidamente aos mais diversos tipos de impactos. Essas respostas podem se manifestar tanto através da alteração na composição e diversidade, como no aumento ou diminuição da densidade da comunidade zooplânctônica.

De acordo com Matsumura-Tundisi & Tundisi (2003), alterações estruturais da comunidade de zooplâncton podem ser o primeiro passo para detectar mudanças em grande escala nas funções de um reservatório consequentes da eutrofização e toxicidade.

Segundo Matsumura-Tundisi (1999) e Costa & Stripari (2008), a maioria das espécies ausentes em ambientes oligotróficos apresentam-se em ambientes eutróficos, sendo assim, considerados ótimos indicadores do estado trófico da água. Além de alterações na composição da comunidade zooplanctônica, a mudança de estado trófico do ambiente pode causar modificações na biomassa e densidade desses indivíduos (GIBSON et al., 2000; MARCELINO, 2007).

Estudos têm demonstrado que as espécies de zooplâncton de ecossistemas tropicais podem alternar em resposta ao aumento da concentração de nutrientes na água (PINTO-COELHO, 1998). Copépodes ciclopóides, cladóceros e rotíferos apresentam abundância maior em ambientes eutrofizados, enquanto que copépodes calanóides apresentam abundância menor, podendo chegar a desaparecer (ARCIFA, 1984). De acordo com Nogueira et al. (2008), maior tempo de retenção da água que, conseqüentemente, modificam as condições tróficas da água podem favorecer o aumento na abundância de microcrustáceos.

Diante do exposto, estudos sobre a utilização de zooplâncton como bioindicadores faz-se necessário para formular e testar novos métodos que possam ser utilizados na avaliação dos níveis de trofia e, conseqüentemente, da qualidade ambiental, de forma a simplificar e acelerar as análises, visto que são organismos que respondem rapidamente às variações ambientais e apresentam ciclo de vida curto, podendo também ser feitos experimentos em laboratório. Os resultados desses estudos são fundamentais para o estabelecimento de estratégias de conservação e manejo dos reservatórios, que visam manter, além de sua biota, os diversos usos dos recursos hídricos para benefício das populações locais.

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE RESERVATÓRIOS

Considera-se reservatório um ecossistema lacustre originado a partir do represamento de um curso de rio com a finalidade de abastecimento doméstico e industrial, bem como irrigação, navegação, geração de energia elétrica e, até mesmo, lazer (ESTEVES, 2011).

A construção de reservatórios tem como principal objetivo o armazenamento de água para uso doméstico e irrigação, principalmente no semiárido nordestino, visto que essa região sofre com grandes períodos de estiagem.

Dependendo do tempo de residência da água, os reservatórios podem apresentar instabilidade limnológica e também podem acarretar em mudanças nos ambientes adjacentes, tais como alterações climáticas locais devido ao aumento na evapotranspiração, inundação de área florestal ou agrícola, modificações na biota aquática, aumento da possibilidade de ocorrer eutrofização (ESTEVES, 2011).

Além do processo natural de eutrofização, os reservatórios também podem ser eutrofizados artificialmente. A eutrofização natural ocorre geralmente em reservatórios com grande tempo de residência da água, localizados em regiões com longos períodos de estiagem e alta taxa de evaporação, ou que não haja renovação constante da água, aumentando, assim, a concentração de nutrientes. A eutrofização artificial, por sua vez, ocorre por meio de atividades agrícolas em áreas adjacentes, prática de piscicultura e despejo de esgoto. Considerando a rapidez com que esses ecossistemas vêm sendo impactados, estudos de suas interações ecológicas estão sendo realizados para que, a partir destes, seja possível criar estratégias de recuperação e conservação desses ambientes (VOLLENWEIDER, 1968, 1982; HARPER, 1992; ESTEVES, 2011).

1.2 INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO ZOOPLÂNCTON

O zooplâncton sofre influência de fatores bióticos e abióticos do ambiente (GIBSON et al., 2000; MARCELINO, 2007; PINTO-COELHO, 2004). Dentre esses fatores podemos citar a predação, presença de macrófitas, competição, temperatura, pH, salinidade. Alguns autores afirmam que a competição, a predação, temperatura, a qualidade e disponibilidade de nutrientes são as variáveis que mais influenciam na heterogeneidade desses organismos. Tais fatores físicos, químicos e biológicos podem atuar concomitantemente ou interagir em diferentes situações (SAMPAIO et al., 2002; PERBICHE-NEVES et al., 2007; GHIDINI et al., 2009; SERAFIM-JÚNIOR et al., 2010).

Sabe-se que os fatores competição e predação influenciam diretamente a comunidade zooplanctônica e de forma semelhante. Quando a competição interespecífica e a predação são fracas ou não existem, a abundância das espécies é grande e, teoricamente, a distribuição é

mais homogênea; entretanto, quando a competição e predação são intensas, há redução na abundância e sobreposição de nicho (SANTOS, 2009).

A alta diversidade e abundância do zooplâncton em ambientes heterogêneos podem ser explicadas, por exemplo, pelo tamanho do corpo hídrico, pelos processos históricos e evolutivos, e pela capacidade de apresentar várias espécies no mesmo hábitat. As diversas estratégias reprodutivas e alimentares do zooplâncton determinam a enorme heterogeneidade do ecossistema (LANSAC-TÔHA et al., 2002).

A temperatura influencia na distribuição espacial da comunidade zooplânctônica. Por exemplo, devido à estratificação térmica de um ecossistema, o zooplâncton se distribui verticalmente na coluna d'água (migração vertical) diminuindo a competição entre as espécies e a predação (ESTEVES, 2011).

Quanto à qualidade e disponibilidade de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, estas alteram a composição do fitoplâncton, que por sua vez, determinam a composição do zooplâncton (BENNDORF et al., 2002). No período chuvoso, por exemplo, pode haver aumento da densidade de rotíferos devido à maior disponibilidade de nutrientes advindos de material alóctone derivado da lixiviação, esgotos constantes, processos de assoreamento (LANDA et al., 2002).

1.3 ZOOPLÂNCTON E SUA RELAÇÃO COM O ESTADO TRÓFICO

Autores como Day Jr. et al. (1989), Harper (1992) e Nixon (1995) definiram o conceito de eutrofização como sendo o conjunto de efeitos biológicos consequentes do aumento na concentração de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) e matéria orgânica em um corpo hídrico, em que há perda de controle em relação ao crescimento dos produtores primários no ecossistema.

De acordo com Pinto-Coelho et al. (1999), o zooplâncton não é dependente direto do acúmulo de nutrientes que ocorre na eutrofização, mas depende indiretamente quando os obtêm em sua alimentação. Esteves & Sendacz (1988), Marcelino (2007) e Brito et al. (2011) corroboram ao afirmar que o aumento da densidade do zooplâncton, junto às alterações na sua composição e biomassa, está comumente associado ao estado trófico da água, e sugere que o avanço do grau de eutrofização pode levar a uma maior disponibilidade de recursos alimentares.

As alterações das características da água consequentes da eutrofização estimulam, também, o aparecimento de cianobactérias, que formam extensas colônias impalatáveis e pouco nutritivas para o zooplâncton. Este fenômeno pode acarretar em subnutrição e, conseqüentemente, afetar a taxa de reprodução, que por sua vez, resulta em declínios populacionais bruscos (WOLFINGBARGER, 1999; FERRÃO-FILHO et al., 2000). Além desses problemas, a alteração na dieta alimentar do zooplâncton provoca mudanças em outros aspectos, tais como equitabilidade, riqueza de espécies e dominância (CARMICHAEL 1992; PINTO-COELHO et al., 1999; BOUVY et al., 2001). Nos resultados apresentados por Ghidini et al. (2009), a baixa riqueza de espécies de zooplâncton pode ser um reflexo do estado trófico do reservatório estudado, no qual observou-se que a Cyanobacteria dominou quase que constantemente

Trabalhos como Nogueira (2001), Sendacz et al. (2006) e Parra et al. (2009) têm evidenciado que em ambientes eutróficos verifica-se a predominância de copépodos ciclopoídes e de rotíferos. Já em ambientes oligotróficos, os grupos predominantes são copépodos calanóides e cladóceros, por serem filtradores seletivos. No entanto, algumas espécies do gênero *Notodiaptomus* (Calanoida) e do gênero *Daphnia* (Cladocera) vêm sendo frequentemente encontradas em ambientes mesotróficos e eutróficos, chegando a substituir espécies de características eutróficas (RIETZLER et al., 2002). Uma das explicações mais plausíveis foi apresentada por Panosso et al. (2003), em que espécies desses gêneros podem utilizar pequenas colônias e filamentos de cianobactérias como fonte alimentar alternativa, o que beneficiaria sua dominância em ambientes eutrofizados.

Margalef (1983) ressaltou que há um aumento no número de espécies de rotíferos em ambientes mais eutróficos e menos mineralizados; entretanto, diminui quando o grau de eutrofização aumenta, ou seja, quando o ambiente passa a ser hipereutrófico. A abundância de rotíferos também foi observada em ambientes oligotróficos por Matsumura-Tundisi & Tundisi (1976) e Matsumura-Tundisi et al. (1989). Esta afirmativa implica dizer que a predominância dos rotíferos não está relacionada somente ao estado trófico dos corpos aquáticos, mas concomitante a outros fatores, como estrutura do ecossistema, presença de macrófitas e interações biológicas – competição interespecífica por nutrientes e predação (MATSUMURA-TUNDISI et al., 1990).

Dentre os estudos sobre eutrofização em reservatórios, alguns autores apresentaram resultados que merecem destaque, como, por exemplo, Sladeczek (1983) propôs que o resultado do razão *Brachionus/Trichocerca* indica o estado trófico do ecossistema, onde quanto maior a razão, mais eutrofizado está o ambiente; Silva & Matsumura-Tundisi (2005),

Landa et al. (2007) e Silva (2011) propuseram que relações entre espécies de *Thermocyclops* também indicam o estado trófico do ecossistema, principalmente *T. decipiens*, *T. inversus* e *T. minutus*, onde a dominância de *T. decipiens* sobre os demais indica ambientes eutrofizados; Perbiche-Neves et al. (2007) sugeriram que a morfometria, o estado trófico e a idade do reservatório estudado foram os fatores responsáveis por padrões sazonais claros para algumas espécies de copépodes.

Assim, é possível verificar alterações de composição e estrutura do zooplâncton quando o estado trófico do ambiente é modificado. Essas alterações podem ser quanto à ocorrência, densidade, biomassa ou sobreposição dos grupos principais. Através dessas alterações, o zooplâncton pode ser utilizado como indicador de estado trófico (MARCELINO, 2007; BRITO et al., 2011; ESTEVES, 2011).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Determinar as espécies de zooplâncton que podem ser utilizadas como ferramenta de indicação do estado trófico em reservatórios do semiárido.

2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar a estrutura e variação espaço-temporal do zooplâncton nos reservatórios Namorados, Taperoá II e Soledade, sub-bacia do rio Taperoá, bacia do rio Paraíba, semiárido paraibano;
- Determinar os indicadores tróficos que interagiram com as espécies de zooplâncton;
- Determinar o estado trófico dos reservatórios através da quantificação do Índice de Estado Trófico com base em índices para regiões tropicais.

3 HIPÓTESES

- O zooplâncton é um bom indicador de estado trófico por apresentar alterações na sua densidade e composição como respostas a variação do nível trófico do ecossistema;
- Utilizar a densidade das espécies como variável indicadora de estado trófico é mais eficiente que utilizar variável qualitativa (ocorrência das espécies) ou considerar a presença do grupo (Rotifera, Cladocera e Copepoda) como um todo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, J. H.; SCHLÜTER, L.; ÆRTEBJERG, G. Coastal eutrophication: recent developments in definitions and implication for monitoring strategies. **Journal of Plankton Research**, v.28, n. 7, p. 621-628, 2006.
- ARCIFA, M. D. Zooplankton composition of ten reservoirs in southern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 113, p.137-145, 1984.
- BENNDORF, J.; BÖING, W.; KOOP, J.; NEUBAUER, I. Top-down control of phytoplankton: the role of time scale, lake depth and trophic state. **Freshwater biology**, v.47, p. 2282-2295, 2002.
- BOUVY, M; PAGANO, M.; TROUSSELLIER, M. Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). **Aquatic Microbial Ecology**, v. 25, p. 215-227, 2001.
- 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**, v.16, p. 253-264, 2011.
- CARMICHAEL, W. W. Cyanobacteria secondary metabolites – the cyanotoxins. **Journal of Applied Bacteriology**, v.72, p.445-459, 1992.
- COSTA, L. O.; STRIPARI, N. L. Distribuição da comunidade zooplânctônica em um trecho do médio Rio Grande no município de Passos (MG), Brasil. **Ciência et Praxis**, v. 1, n. 1, p. 53-58, 2008.
- DAY JR, J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M.; YANEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**: A Wiley Interscience Publication. United States: Editora John Wiley & Sons, 1989. 558 p.
- ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.
- ESTEVEZ, K. E.; SENDACZ, S. Relações entre a biomassa do zooplâncton e o estado trófico de reservatórios do Estado de São Paulo. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.11, p.587-604, 1988.

FALCÃO, R. B. M. **O desenvolvimento local sustentável no semi-árido nordestino: um estudo de caso na comunidade de Mirandas, Caraúbas/RN.** 2005. 182 p. Dissertação (Mestrado em Serviço Social) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

FRAGOSO JR, C. R.; TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W.; MARQUES, D. M. Simulação de eutrofização em lagos rasos II: Sistema do Taim (RS). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, p. 37-48, 2007.

FERRÃO-FILHO, A. S.; AZEVEDO, S. M. F. O.; DEMOTT, W. R. Effects of toxic and non-toxic cyanobacteria on the life history of tropical and temperate cladocerans. **Freshwater Biology**, v. 45, p. 1-19, 2000.

GARZULLI, R. Os recursos hídricos no semi-árido. **Ciência e Cultura**, v.55, n.4. 2003.

GIBSON, G. R.; BOWMAN, M. L.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D. **Estuarine and coastal marine waters: bioassessment and biocriteria technical guidance.** Office of Water. Washington: Environmental Protection Agency, 2000.

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**, v.4, p.294-305, 2009.

HARPER, D. **Eutrophication of freshwater.** London: Chapman Hall, 1992. 327 p.

KOZLOWSKY-SUZUKI, B.; BOZELLI, R. L. Experimental evidence of the effect of nutrient enrichment on the zooplankton in a Brazilian coastal lagoon. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62 n. 4b, 2002.

LANDA, G. G.; BARBOSA, F. A. R.; RIETZLER, A. C.; MAIA-BARBOSA, P. M. *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (Copepoda, Cyclopoida) as Indicator of Water Quality in the State of Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, p. 695-705, 2007.

LANDA, G. G.; DEL AGUILA, L. M. R.; PINTO-COELHO, R. M. Distribuição espacial e temporal de *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera) em um grande reservatório tropical (reservatório de Furnas), Estado de Minas Gerais, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 313-319, 2002.

LANSAC-TÔHA, F. A.; VELHO, L. F. M.; BONECKER, C. C.; TAKAHASHI, E. M.; NAGAE, M. Y. Composição, riqueza e abundância do zooplâncton na planície de inundação

do alto rio Paraná. **II Workshop A planície alagável do alto rio Paraná**. Maringá: PELD, 2002.

MARCELINO, S. C. **Zooplâncton como bioindicadores do estado trófico na seleção de áreas aquícolas para piscicultura em tanque-rede no reservatório da UHE Pedra no Rio de Contas, Jequié – BA**. 2007. 59 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983. 1010 p

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. (ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDBIO/FAPESP, 1999. p. 39-54.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; NEUMANN-LEITÃO, S.; AGUENA, L. S.; MIYAHARA, J. Eutrofização da represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotifera. **Revista Brasileira de Biologia**, v.50, n.4, p.923-935. 1990.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; RIETZLER, A. C.; TUNDISI, J. G. Biomass (dry weight and carbon content) of plankton Crustacea from Broa reservoir (S. Carlos, SP-Brazil) and its fluctuation across one year. **Hydrobiologia**, v.179, p.229-236. 1989.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Plankton studies in a lacustrine environment. I. Preliminary data on zooplankton ecology of Broa Reservoir. **Oecologia**, v.25, p.265-270. 1976.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) in the last twenty years. **Hydrobiologia**, v.504, p.215–222, 2003.

NIXON, S. W. Coastal marine eutrophication: a definition, social causes and future concerns. **Ophelia**, v. 41, p. 199-219, 1995.

NOGUEIRA, M. G. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v.455, p.1-18, 2001.

NOGUEIRA, M. G.; OLIVEIRA, P. C. R.; BRITTO, Y. T. Zooplankton assemblages (Copepoda and Cladocera) in a cascade of reservoirs of a large tropical river (SE Brazil). **Limnetica**, v.27, n.1, p.151-170, 2008.

PANOSSO, R.; CARLSSON, P.; KOZLOWSKY-SUZUKI, B.; AZEVEDO, S. M. F. O.; GRANÉLI, E. Effect of grazing by a neotropical copepod, *Notodiaptomus*, on a natural cyanobacterial assemblage and on toxic and non-toxic cyanobacterial strains. **Journal of Plankton Research**, v.25, p.1169-1175, 2003.

PARRA, G.; MATIAS, N. G.; GUERRERO, F.; BOAVIDA M. J. Short term fluctuations of zooplankton abundance during autumn circulation in two reservoirs with contrasting trophic state. **Limnetica**, v. 28, n. 1, p. 175-184, 2009.

PERBICHE-NEVES, G.; SERAFIM-JÚNIOR., M.; GHIDINI, A. R.; BRITO, L. Spatial and temporal distribution of Copepoda (Cyclopoida and Calanoida) of an eutrophic reservoir in the basin of upper Iguaçú River, Paraná, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.19, p.393-406, 2007.

PINTO-COELHO, R. M. Effects of eutrophication on seasonal patterns of mesozooplankton in a tropical reservoir: a 4-year study in Pampulha Lake, Brazil. **Freshwater Biology**, v.40, p.159-173, 1998.

PINTO-COELHO, R. M. Métodos de coleta, preservação, contagem e determinação de biomassa em zooplâncton de águas epicontinentais. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (eds.). **Amostragem em limnologia**. São Carlos: RiMa, 2004. p. 149-165.

PINTO-COELHO, R. M.; COELHO, M. M.; ESPÍRITO SANTO, M. M; CORNELISSEN, T. G. Efeitos da Eutrofização na estrutura da comunidade Planctônica no lago da Pampulha, Belo Horizonte, MG. In: HENRY, R. (ed.). **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais**. Botucatu: FAPESP/FUNBIO, 1999. p. 553-572.

RIETZLER, A. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Life cycle, feeding and adaptative strategy implications on the co-occurrence of *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiaptomus iheringi* in Lobo-Broa Reservoir (SP, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v.62, p.93-105, 2002.

SAMPAIO, E. V.; ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 3, p. 525-545, 2002.

SANTOS, V. G. **Distribuição espaço-temporal do zooplâncton no estuário do Rio Maraú, Baía de Camamu, BA**. 2009. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2009.

SENDACZ, S., CALEFFI, S.; SANTOS-SOARES, J. Zooplankton biomass of reservoirs in different trophic conditions in the state of São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1b, p. 337-350, 2006.

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**, Série Zoologia, v. 100, p. 233-241, 2010.

SILVA, R. M. A. **Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. 2006. 298 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2006.

SILVA, W. M. Potential use of Cyclopoida (Crustacea, Copepoda) as trophic state indicators in tropical reservoirs. **Oecologia Australis**, v. 15, p. 511-521, 2011.

SILVA, W. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Taxonomy, ecology, and geographical distribution of the species of the genus *Thermocyclops* Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo state, Brazil, with description of a new species. **Brazilian Journal of Biology**, v.65, p.521-531, 2005.

SLADECEK, V. Rotifers as indicators of water quality. **Hydrobiologia**, v.100, p.169-171, 1983.

TUNDISI, J. G.; GENTIL, J. G.; DIRICKSON, C. Seasonal cycle of primary production of nano and microphytoplankton in a shallow tropical reservoir. **Revista Brasileira de Botânica**, v.1, p.35-39, 1999.

VOLLENWEIDER, R. A. **Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication**. Paris: OECD, 1968. 220p.

VOLLENWEIDER, R. A. **Eutrophication of waters: monitoring, assessment and control**. Paris: OECD, 1982. 154p.

WOLFINGBARGER, W. C. Influences of biotic and abiotic factors on seasonal succession of zooplankton in Hugo reservoir, Oklahoma, U.S.A. **Hydrobiologia**, v.400, p.13-31, 1999.

CAPÍTULO 1
ZOOPLÂNCTON COMO INDICADOR DE ESTADO TRÓFICO EM
RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO

(Manuscrito a ser enviado ao Periódico Brazilian Journal of Biology)

**ZOOPLÂNCTON COMO INDICADOR DE ESTADO TRÓFICO EM
RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO**

L. T. Dantas-Silva¹, Ê. W. Dantas^{1,2} e J. E. L. Barbosa¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba,
Campus I. Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande-PB, Cep 58429-500

²Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, Universidade Estadual da Paraíba,
Campus V. Rua Horácio Trajano de Oliveira, S/N, Cristo Redentor, João Pessoa-PB, Cep

58020-540

Número de figuras: 3

Palavras-chave: Bioindicação, eutrofização, Cladocera, Copepoda, Rotifera.

Título abreviado: Zooplâncton como indicador de estado trófico.

RESUMO

Zooplâncton como indicador de estado trófico em reservatórios no semiárido

Com o objetivo de utilizar o zooplâncton como ferramenta de indicação do estado trófico em reservatórios do semiárido foi realizada uma análise da composição, densidade e distribuição espaço-temporal do zooplâncton em relação aos indicadores tróficos, em três reservatórios (Namorados, Taperoá II e Soledade) da sub-bacia do rio Taperoá. As coletas foram realizadas em jan/12 e mai/12, em três pontos (captação de água, porção central e montante). O reservatório Soledade foi, em geral, considerado eutrófico. Taperoá II variou de oligotrófico a eutrófico. E Namorados foi, em geral, oligotrófico. Foram encontradas 35 espécies de zooplâncton, sendo 27 espécies de Rotifera, 3 espécies de Cladocera e 5 espécies de Copepoda. Com relação ao estado trófico, 10 espécies ocorreram exclusivamente em pontos oligotróficos, duas em pontos mesotróficos e três em pontos eutróficos. Vale salientar que sete espécies foram ausentes em apenas um estado trófico; destas, duas não ocorreram em pontos oligotróficos; uma não ocorreu em pontos mesotróficos; e quatro não ocorreram em pontos eutróficos. Os pontos oligotróficos apresentaram a menor densidade média (419 ind.L⁻¹), seguido dos mesotróficos (857 ind.L⁻¹) e eutróficos (1202 ind.L⁻¹). Nos diferentes estados tróficos, Rotifera foi o grupo dominante, seguido de Copepoda e Cladocera, exceto em jan/12 nos pontos oligotróficos, onde a abundância relativa de Copepoda foi maior que a de Rotifera. As espécies *B. calyciflorus*, *B. urceolaris* e *T. decipiens* podem ser utilizadas como indicadores de ambientes eutrofizados, e as espécies *H. mira* e *K. cochlearis* podem ser utilizadas como indicadoras de ambientes oligotróficos e/ou mesotróficos.

INTRODUÇÃO

A região semiárida compreende aproximadamente 63,2% da região Nordeste. Ambientes característicos do semiárido apresentam chuvas torrenciais ocorrentes em poucos meses do ano, com distribuição espaço-temporal heterogênea, e afetadas pelo fenômeno da seca associada à alta taxa de evapotranspiração, motivo pelo qual essa região apresenta grande quantidade de reservatórios (Lazzaro *et al.* 2003; Brasil, 2005). Além dessas características, o alto tempo de residência da água desses reservatórios faz com que haja aumento tanto das reações físico-químicas (dissoluções, precipitação, lixiviação e o carreamento de nutrientes tornando os reservatórios mais eutrofizados), como dos fatores biológicos (crescimento, morte e decomposição), elevando as chances de degradação desses ambientes. Tais reações/fatores quando associadas aos lançamentos de efluentes provenientes de zonas urbanas, industriais e rurais, acentuam o processo de eutrofização dos reservatórios (Melo, 2005; Meireles *et al.* 2007).

De acordo com Tundisi (2003), a eutrofização natural ocorre devido à descarga de nitrogênio e fósforo advindos principalmente da lixiviação e apresenta benefícios a esses sistemas, pois esses nutrientes são essenciais à manutenção da vida aquática. A eutrofização artificial, por sua vez, ocorre por meio de despejos de esgotos domésticos e industriais, acelerando o processo de crescimento de produtores primários, como cianobactérias (liberam substâncias tóxicas) e macrófitas aquáticas. Esse aumento de produtores primários é considerado o efeito mais deletério da eutrofização de reservatórios (Melo, 2005).

Ao ser comparado com outras regiões semiáridas nordestinas, o semiárido paraibano é o que apresenta maior degradação ambiental, devido ao número relativamente alto de bacias hidrográficas retidas e ao grande número absoluto de habitantes (Lacerda *et al.* 2005).

Com o avanço dos estudos sobre eutrofização, percebeu-se que o zooplâncton apresenta alterações em sua composição, biomassa e densidade quando expostos a diferentes estados tróficos. Tais alterações permitem que a comunidade zooplanctônica seja utilizada como instrumento de detecção de eutrofização. De acordo com Pinto-Coelho (2004), bastam modificações sutis nas características físico-químicas da água para que as características da comunidade zooplanctônica também se modifiquem.

Trabalhos sobre a utilização de zooplâncton como indicadores de estado trófico vêm sendo publicados com frequência desde a década de 70, a exemplo de Angeli (1976), Gannon and Stemberger (1978), Mäemets (1983), Pejler (1983), Matsumura-Tundisi *et al.* (1990), Sampaio (1996), Moredjo (1998), Piva-Bertoletti (2001), Rietzler *et al.* (2002), Silva (2003), Lucinda *et al.* (2004), Marcelino (2007), Rosa (2008), Sousa *et al.* (2008), Di Genaro (2010), Brito *et al.* (2011). Esse grupo de indivíduos é considerado um bom indicador de estado trófico devido à rapidez com que responde a alterações ambientais. Tais respostas podem ocorrer tanto na composição, quanto na abundância da comunidade. Para determinação do zooplâncton como indicador de estado trófico podem-se utilizar valores de densidade, ocorrência das espécies e quocientes entre gêneros, associados aos indicadores tróficos, e adaptando ao ambiente semiárido.

A maioria dos trabalhos que tratam o zooplâncton como indicador de estado trófico, utiliza a presença de determinadas espécies e/ou a predominância dos grupos principais como variável biótica. Entretanto, devido às peculiaridades do semiárido e, também, a falta de estudos sobre bioindicação para a região semiárida, nosso intuito é provar que utilizar a densidade das espécies como variável indicadora de estado trófico é mais eficiente que utilizar variáveis qualitativas (ocorrência das espécies ou presença dos grupos principais). Assim, o presente estudo tem como objetivo utilizar o zooplâncton como ferramenta de indicação do estado trófico em reservatórios do semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

A sub-bacia do rio Taperoá está localizada na região central do Estado da Paraíba, Meso-Região Borborema e Micro-Região Cariri Ocidental (Fig. 1), a 6°51' e 7°32' de latitude sul e 36°15' e 37°15' de longitude oeste. Encontra-se inserida numa região considerada semiárida quente, devido às médias pluviométricas baixas (entre 300 e 800 mm ano⁻¹), seca prolongada (superior a 8 meses) e temperaturas médias mensais sempre acima de 26 °C. A área drenada por esta bacia é de aproximadamente 7.316 km² e tem como principal rio o Taperoá, considerado intermitente, cuja nascente encontra-se na Serra do Teixeira e desembocadura no rio Paraíba, mais especificamente no açude Presidente Epitácio Pessoa, em Boqueirão (Paraíba, 1997; 2000; Moura *et al.* 2007).

Foram escolhidos três reservatórios como campos amostrais (Namorados, Taperoá II e Soledade), que apresentassem níveis tróficos diferentes entre si, sendo um eutrófico, um mesotrófico e um oligotrófico. As coletas foram realizadas de acordo com a sazonalidade, sendo uma no período chuvoso (jan/12, 35.8 mm) e uma no período seco (mai/12, 10.3 mm). Para cada ecossistema foram escolhidos três pontos amostrais, um à montante, um na captação de água e outro na porção central, apenas na superfície (0,1m) da coluna d'água.

Para caracterização do ambiente foram medidas em campo temperatura da água, condutividade elétrica, pH e oxigênio dissolvido, com auxílio de sonda multiparamétrica. Além disso, foram coletadas amostras de água para determinação de alcalinidade, clorofila a, fósforo (fósforo total e ortofosfato) e nitrogênio (nitrogênio total, amônia, nitrato e nitrito) em laboratório. A clorofila "a" foi obtida utilizando acetona 90% como solvente e a fórmula proposta por Lorenzen (1967) e os teores de fósforo e nitrogênio foram determinados a partir da metodologia do *Standard Methods* (APHA, 1992) e Mackereth (1978), respectivamente.

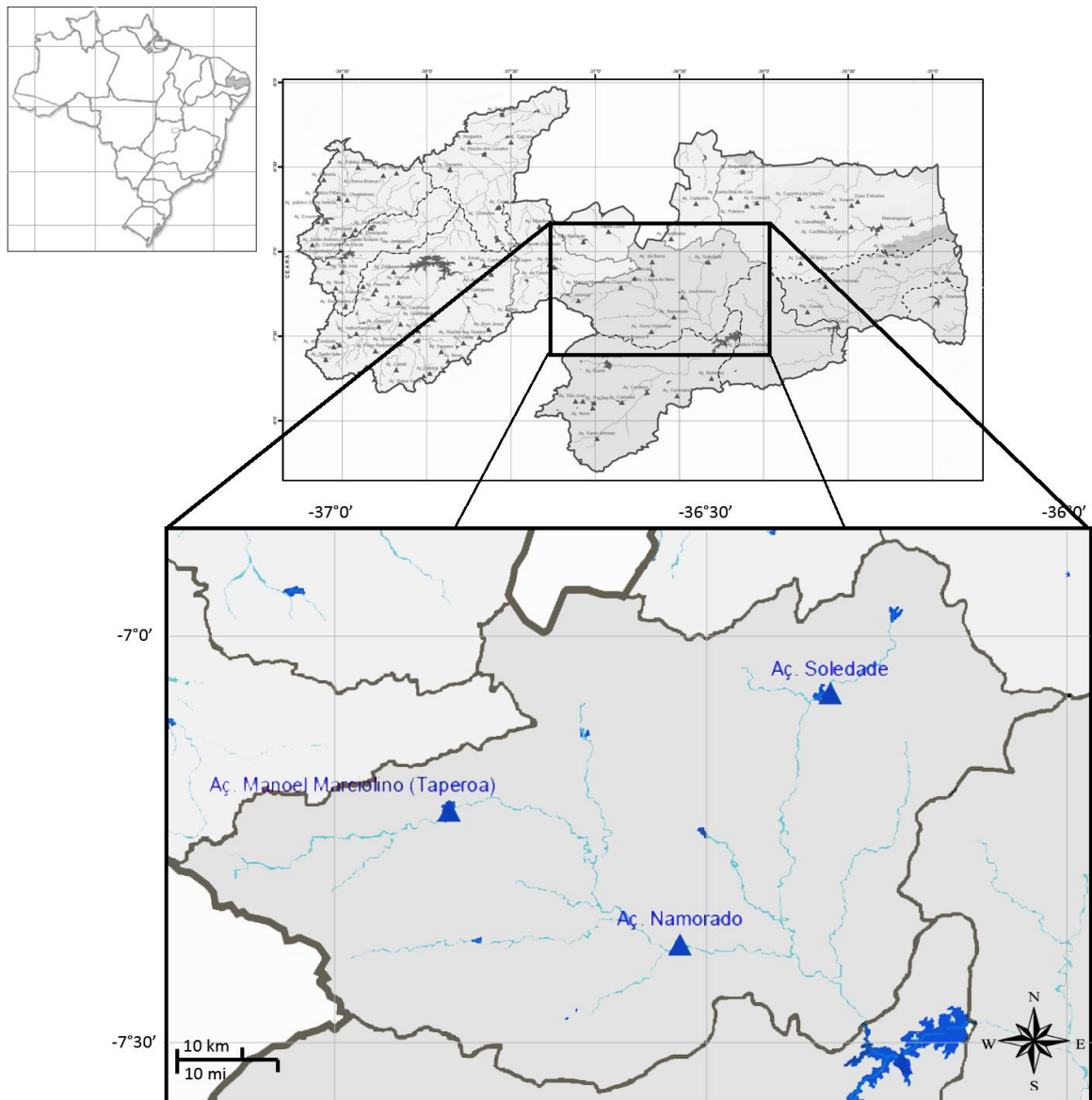


Figura 1. Localização dos reservatórios Namorados, Taperoá II e Soledade e, Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, semiárido paraibano. Fonte: Editado da AESA.

Para a coleta de zooplâncton foram realizadas filtragens de 20 litros de água/amostra com Garrafa de Van Dorn e rede de plâncton de 50 μ m. As amostras foram coletadas em réplicas e acondicionadas em frascos de plástico com capacidade de 200 mL e fixadas com formol 4% (concentração final) até sua contagem.

Os dados qualitativos do zooplâncton foram obtidos através da confecção de lâminas, analisadas em microscópio óptico e identificadas com uso de literaturas específicas para cada grupo. A quantificação da comunidade zooplancônica (ind.L⁻¹) foi realizada em lâmina de

Sedgwick-Rafter com 1mL de capacidade em microscópio óptico (considerada a contagem mínima de 100 indivíduos). A abundância relativa foi definida através da porcentagem da densidade total.

Os dados foram tratados inicialmente através de estatística descritiva. As espécies consideradas de importância numérica foram as que apresentaram valores de densidade iguais ou superiores a 10%. Para determinação do estado trófico do ambiente, foi calculado o IET de Carlson (1977), modificado para ambientes tropicais por Toledo Jr. (1990). Este índice baseia-se em dados de fósforo total, ortofosfato solúvel e clorofila a. As categorias aplicadas aos resultados foram: Oligotrófico ($IET < 44$), Mesotrófico ($44 < IET < 54$), Eutrófico ($54 < IET < 74$) e Hipereutrófico ($IET > 74$).

Quanto aos testes estatísticos, foram realizados Análise de Variância de Medidas Repetidas e Análise de Correspondência Canônica (CCA). A variação dos dados nas esferas espacial (entre reservatórios) e temporal (entre meses) foi feita por meio de ANOVA, ao nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). Matrizes com as variáveis bióticas e abióticas logaritmizadas serviram de suporte para as ordenações dos dados a serem realizadas através da CCA, que subsidiou o entendimento das variações espaço-temporais, e mostrou a interação entre as espécies de zooplâncton e os indicadores tróficos. Os programas estatísticos utilizados para estes fins foram BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007), CANOCO 4.5 (ter Braak & Šmilauer, 2002).

RESULTADOS

Características físicas e químicas

As águas dos ambientes estudados apresentaram temperaturas altas ($25^{\circ}\text{C} < T^{\circ}\text{C} < 28^{\circ}\text{C}$), alcalinas ($\text{pH} > 7,8$), e bem oxigenadas ($> 5,0 \text{ mg/L}^{-1}$). O reservatório Soledade foi, em

geral, considerado eutrófico (IET > 54; PT > 50 μgL^{-1}), com elevada condutividade elétrica (> 350 $\mu\text{S/cm}$), e clorofila 'a' (> 11 μgL^{-1}). O reservatório Taperoá II variou de oligotrófico a eutrófico (IET de 41,79 a 58,68; PT de 26,33 a 53,67 μgL^{-1}), com condutividade elétrica de 88 e 115 $\mu\text{S/cm}$, e clorofila > 4 μgL^{-1} . O reservatório Namorados foi, em geral, oligotrófico (IET < 24; PT < 34 μgL^{-1}), com condutividade elétrica < 70 $\mu\text{S/cm}$, e clorofila 'a' < 5 μgL^{-1} (Tab. 1 e 2).

Todas as variáveis mostraram diferenças espaciais ($p < 0,05$), exceto ortofosfato. Comparado aos outros reservatórios, Soledade apresentou os maiores valores para as variáveis, tanto no mês de jan/12, como em mai/12, com exceção do oxigênio dissolvido (com maiores valores em Taperoá II em jan/12), nitrato e nitrito (ambos apresentaram os maiores valores em Namorados, tanto em jan/12, como mai/12) e transparência da água (com maiores valores em Namorados em jan/12, e em Taperoá II em mai/12) (Tab. 1).

Quanto à esfera temporal, as variáveis mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$), exceto ortofosfato, nitrato e clorofila 'a'. As variáveis apresentaram aumento em seus valores em mai/12, em ao menos um reservatório, exceto temperatura da água, nitrogênio total e transparência da água, que sofreram redução de valores nos três reservatórios (Tab. 1). Os valores das concentrações de amônia estiveram abaixo do limite de detecção do método.

Detalhamento do Índice de Estado Trófico modificado (IETm)

Quanto ao IETm, os resultados mostraram que, em jan/12, o açude Namorados apresentou dois pontos oligotróficos e um mesotrófico, enquanto Taperoá II apresentou todos os pontos oligotróficos. Soledade, por sua vez, apresentou dois pontos eutróficos e um mesotrófico (Tab. 2). Em mai/12, Namorados apresentou todos os pontos oligotróficos, entretanto em Taperoá II os níveis de trofia aumentaram passando a apresentar dois pontos eutróficos e um mesotrófico. Soledade permaneceu com dois pontos eutróficos e um mesotrófico (Tab. 2).

Tabela 1. Valores dos parâmetros físicos e químicos encontrados nos açudes Namorados, Taperoá II e Soledade, em jan/12 e mai/12. T°C – temperatura da água; CE – condutividade elétrica; pH – potencial hidrogeniônico; Alc – alcalinidade; OD – oxigênio dissolvido; NO₃ – nitrato; NO₂ – nitrito; NT – nitrogênio total; PO₄ – ortofosfato solúvel; PT – fósforo total; Chla – clorofila ‘a’; DS – transparência da água; Tap – Açude Taperoá II; Sol – Açude Soledade; Nam – Açude Namorados; I – Ponto 1; II – Ponto 2; III – Ponto 3; *** - valores abaixo do limite de detecção do método.

		T°C	CE	pH	Alc	OD	NO ₃	NO ₂	NT	PO ₄	PT	Chla	DS	
			μS/cm		mgL ⁻¹	mgL ⁻¹	μgL ⁻¹	μgL ⁻¹	μgL ⁻¹	μgL ⁻¹	μgL ⁻¹	μgL ⁻¹	m	
Jan/12	Nam	I	26,66	53,00	8,58	20,00	5,94	53,44	2,64	303,21	9,60	19,67	2,25	2,35
		II	26,44	54,00	8,82	20,00	7,33	51,74	2,90	331,07	5,60	23,00	2,25	2,24
		III	26,62	53,00	8,78	21,00	6,80	45,24	3,69	358,93	13,60	24,67	2,70	2,03
	Tap	I	26,50	88,00	8,33	23,00	8,48	26,18	1,32	462,50	1,60	34,67	14,38	2,05
		II	26,43	88,00	8,42	23,00	9,47	27,42	0,79	436,79	3,60	29,67	4,49	2,13
		III	26,30	88,00	8,51	23,00	9,27	24,38	0,26	611,79	3,60	33,00	5,84	1,92
	Sol	I	26,71	370,00	8,43	44,00	7,31	25,09	0,26	1046,79	7,60	63,00	29,21	1,51
		II	26,21	376,00	8,58	38,00	7,38	26,52	0,26	980,36	7,60	78,00	26,07	1,11
		III	26,54	373,00	8,51	39,00	7,73	23,93	***	1029,64	1,60	54,67	29,21	1,51
Mai/12	Nam	I	26,04	65,00	8,72	31,00	6,51	79,53	11,33	69,33	9,00	30,33	1,80	1,76
		II	26,09	65,00	8,73	30,00	6,03	41,71	8,43	69,98	4,00	28,67	0,90	1,67
		III	26,04	64,00	7,82	27,00	7,03	78,40	8,17	60,20	9,00	18,67	3,15	1,5
	Tap	I	25,69	115,00	9,12	32,00	7,28	20,97	1,32	75,96	14,00	40,33	26,97	1,78
		II	26,11	115,00	9,29	28,00	8,20	13,37	1,05	81,72	34,00	37,00	20,22	1,84
		III	25,90	115,00	9,27	33,00	7,58	21,95	1,05	108,02	***	43,67	10,34	1,76
	Sol	I	26,33	463,00	9,37	46,00	8,00	17,40	1,32	219,54	***	53,67	11,24	1,19
		II	25,86	465,00	9,33	54,00	8,18	10,97	1,32	195,52	4,00	65,33	31,46	0,81
		III	26,07	464,00	9,32	61,00	7,70	14,73	1,84	199,11	***	77,00	44,94	1,22

Tabela 2. Resultados do Índice de Estado Trófico modificado e seus respectivos estados tróficos nos açudes Namorados, Taperoá II e Soledade, em jan/12 e mai/12. I – Ponto 1; II – Ponto 2; III – Ponto 3.

		jan/12	mai/12		jan/12	mai/12
Namorados	I	42,21	43,24	Namorados	I	Oligotrófico
	II	40,37	36,75		II	Oligotrófico
	III	45,59	42,78		III	Mesotrófico
Taperoá II	I	42,53	55,79	Taperoá II	I	Oligotrófico
	II	41,79	58,68		II	Oligotrófico
	III	43,18	52,60		III	Oligotrófico
Soledade	I	55,26	54,50	Soledade	I	Eutrófico
	II	55,91	52,60		II	Eutrófico
	III	47,09	64,06		III	Mesotrófico

Comunidade Zooplanctônica

Foram encontradas 35 espécies de zooplâncton, sendo 27 espécies de Rotifera, 3 espécies de Cladocera e 5 espécies de Copepoda, distribuídos entre 12 famílias. A família mais representativa foi a Brachionidae (com 15 espécies, sete do gênero *Brachionus*). O reservatório Taperoá II foi o que apresentou a maior riqueza (26 spp.), seguido de Namorados (21 spp.) e Soledade (18 spp.). Nove espécies foram encontradas exclusivamente em Taperoá II (*Brachionus havanaensis* Rousselet 1911, *Euchlanis dilatata* Ehrb 1832, *Filinia longiseta* Ehrb 1834, *Filinia terminalis* Plate 1886, *Lecane bulla* Gosse 1886, *Lecane lunaris* Ehrenberg 1832, *Lepadella acuminata* Ehrenberg 1834, *Lepadella patella* Müller 1786, *Pompholyx* sp.), cinco em Namorados (*Brachionus dolabratus* Haring 1915, *Epiphanes* sp., *Lecane hastata* Murray 1913, *Polyarthra vulgaris* Carlin 1943, *Microcyclops anceps* Richard 1897) e duas em Soledade (*Brachionus budapestinensis* Daday 1885, *Keratella tropica* Apstein 1910) (Tab. 3).

Com relação ao estado trófico, 10 espécies ocorreram exclusivamente em pontos oligotróficos (*E. dilatata*, *Lecane bulla*, *L. hastata*, *L. luna*, *L. lunaris*, *Lepadella acuminata*, *L. patella*, *P. vulgaris*, *Pompholyx* sp., *Trichocerca* sp.), duas em pontos mesotróficos (*F. longiseta*, *Microcyclops anceps*) e três em pontos eutróficos (*B. budapestinensis*, *F. terminalis*, *K. tropica*). Vale salientar que sete espécies foram ausentes em apenas um estado trófico; destas, duas não ocorreram em pontos oligotróficos (*B. havanaensis* e *B. urceolaris*); uma não ocorreu em pontos mesotróficos (*Brachionus leydigi* Cohn, 1862); e quatro não ocorreram em pontos eutróficos (*B. dolabratus*, *B. falcatus*, *Conochilus* sp. e *Epiphanes* sp.) (Tab. 3).

Quanto à densidade, os valores mudaram consideravelmente entre jan/12 e mai/12. Em jan/12, Soledade apresentava a densidade média mais alta (1890 ind.L⁻¹), seguido de Namorados (965 ind.L⁻¹) e Taperoá II (453 ind.L⁻¹). Em mai/12, Taperoá II passou a ser o

reservatório com densidade média mais alta (627 ind.L⁻¹), seguido de Soledade (443 ind.L⁻¹) e Namorados (284 ind.L⁻¹). A densidade mais baixa (107 ind.L⁻¹) foi registrada em mai/12 em Namorados, enquanto que a mais alta (4527 ind.L⁻¹), foi registrada em Soledade, em jan/12. Com relação ao estado trófico, os pontos oligotróficos apresentaram a menor densidade média (419 ind.L⁻¹), seguido dos mesotróficos (857 ind.L⁻¹) e eutróficos (1202 ind.L⁻¹).

Em geral, Rotifera foi o grupo predominante, seguido de Copepoda e Cladocera, exceto em Taperoá II (em jan/12), e Soledade (em mai/12), cuja abundância relativa de Copepoda superou a de Rotifera (Tab. 4). Em Namorados, Rotifera representou 64,2% da densidade total, seguido de Copepoda com 32,4% e Cladocera com 3,4%. Em Taperoá II, Rotifera representou 49,2%, Copepoda 44,5% e Cladocera 6,3%, e em Soledade, Rotifera representou 69,4%, seguido de Copepoda com 28,5% e Cladocera com 2,1%. Nos diferentes estados tróficos, Rotifera também foi o grupo dominante, seguido de Copepoda e Cladocera, exceto em jan/12 nos pontos oligotróficos, onde a abundância relativa de Copepoda foi maior que a de Rotifera (Tab. 4). Em estado de oligotrofia, Rotifera representou 49,9% da densidade total, seguido de Copepoda com 47,9% e Cladocera com 2,2%. Em mesotrofia, Rotifera representou 65,2%, Copepoda 28,9% e Cladocera 5,9%, e em eutrofia, Rotifera representou 68,7%, seguido de Copepoda com 28,5% e Cladocera com 2,8%.

Tabela 3: continuação...

<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	Llu	6	0	0	4	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	Lls	0	0	0	0	25	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Synchaetidae																		
<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)	Pvu	3	17	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
Testudinellidae																		
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrb, 1834)	Flo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Filinia opoliensis</i> (Zacharias, 1898)	Fop	9	40	167	0	0	0	0	0	0	46	179	17	0	0	0	0	43
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	Fte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Pompholyx</i> sp. (Gosse, 1851)	Pom	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichocercidae																		
<i>Trichocerca</i> sp. (Lamarck, 1801)	Tric	0	7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CLADOCERA																		
Daphniidae																		
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> (Sars, 1886)	Cco	17	14	20	0	0	0	0	0	0	0	2	24	34	35	35	38	59
Moinidae																		
<i>Moina minuta</i> (Hansen, 1899)	Mmi	0	18	43	2	0	6	0	0	0	2	9	0	17	14	58	0	0
Sididae																		
<i>Diaphanosoma spinulosum</i> (Herbst, 1975)	Dspi	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	9	0	0	5
COPEPODA																		
Cyclopidae																		
<i>Microcyclops anceps</i> (Richard, 1897)	Manc	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	Tde	0	0	0	11	2	4	139	196	53	0	0	0	28	48	22	40	64
<i>Thermocyclops minutus</i> (Lowndes, 1934)	Tmi	5	0	0	23	0	6	52	196	53	0	9	0	0	24	0	6	0
Diaptomidae																		
<i>Notodiaptomus cearensis</i> (Wright, 1936)	Nce	0	2	3	3	2	1	30	16	0	0	0	0	8	11	21	2	2
<i>Notodiaptomus iheringi</i> (Wright, 1935)	Nih	1	3	6	5	4	3	59	30	0	0	0	0	16	32	42	6	3

Tabela 4. Abundância relativa (%) dos grupos principais nos açudes Namorados, Taperoá II e Soledade, e nos diferentes estados tróficos, em jan/12 e mai/12.

	Namorados		Taperoá II		Soledade	
	jan/12	mai/12	jan/12	mai/12	jan/12	mai/12
Rotifera	60,7	76,0	33,4	60,5	76,1	41,0
Cladocera	4,0	1,6	0,6	10,4	0,0	10,7
Copepoda	35,3	22,4	66,0	29,1	23,9	48,3

	Oligotrófico		Mesotrófico		Eutrófico	
	jan/12	mai/12	jan/12	mai/12	jan/12	mai/12
Rotifera	41,0	76,0	69,2	57,1	76,3	49,8
Cladocera	2,3	1,6	2,8	12,3	0,0	9,6
Copepoda	56,7	22,4	28,0	30,6	23,7	40,6

Ocorrência do zooplâncton e sua relação com indicadores tróficos

Algumas espécies de zooplâncton ocorrem em amplitudes mais estreitas em relação aos indicadores tróficos. A ocorrência dessas espécies pode ser considerada mais uma variável para o estudo de bioindicação.

As espécies *Brachionus dolabratus*, *Conochilus* sp., *Epiphanes* sp., as espécies do gênero *Lecane* (*L. bulla*, *L. luna*, *L. lunaris* e *L. hastata*), do gênero *Lepadella* (*L. acuminata*, *L. patella*), *Pompholyx* sp., *Trichocerca* sp. e *Microcyclops anceps* ocorreram em estreitas amplitudes de altos valores de transparência da água e baixos valores de fósforo total. Tais valores são característicos de ambientes oligotróficos (Fig. 2).

Brachionus budapestinensis e *Keratella tropica*, por sua vez, ocorreram em estreitas amplitudes de baixos valores de transparência da água e altos valores de fósforo total, característicos de ambientes eutrofizados. (Fig. 2).

Outros táxons ocorreram em uma ampla variação de características tróficas, como as espécies de Cladocera, e as espécies de Copepoda dos gêneros *Notodiptomus* e *Thermocyclops* (Fig. 2).

Relação entre o zooplâncton e os fatores físicos e químicos

Dentre os fatores físicos e químicos, apenas transparência da água, clorofila 'a', oxigênio dissolvido e nitrogênio total apresentaram interação significativa com a densidade das principais espécies da comunidade zooplanctônica ($p < 0,05$). Os fatores transparência da água e clorofila 'a' são considerados indicadores tróficos, juntamente com fósforo total, que não apresentou significância com os dados das espécies, provavelmente devido à baixa amplitude de seus valores (Tab. 5).

Na análise multivariada, o eixo 1 mostrou significância ($F = 5,739$; $p < 0,05$) quanto a explicação dos dados bióticos e interação entre as espécies de zooplâncton e o ambiente. A análise canônica explicou a variação dos dados em 66,04%; destes, 46,3% corresponde a variância espécie-ambiente explicada pelo eixo 1 (Tab. 5). Os eixos 1 e 2 explicaram a variação espacial e temporal do ecossistema, respectivamente (Fig. 3). O eixo 1 definiu o gradiente de estado trófico, sendo correlacionado com os indicadores tróficos transparência da água ($r = 0,36$) e clorofila 'a' ($r = -0,93$) e com a variável oxigênio dissolvido ($r = -0,54$); enquanto que o eixo 2 correlacionou-se com nitrogênio total ($r = 0,81$) (Tab. 5).

Os rotíferos *Filinia opoliensis*, *Hexarthra mira* e *Keratella cochlearis* foram influenciados positivamente pela transparência da água e negativamente pela clorofila 'a'. Essas espécies indicam preferência por ambientes com baixo nível de estado trófico, como os oligotróficos. As espécies *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus urceolaris* e *Thermocyclops decipiens* se comportaram de forma oposta e apresentaram relação positiva com clorofila 'a' e negativa com transparência da água. Essas espécies indicam preferência por ambientes com alto nível de estado trófico, como os eutróficos. Os rotíferos *Brachionus leydigi* e *Keratella valga* foram influenciados positivamente pelo nitrogênio total (Fig. 3).

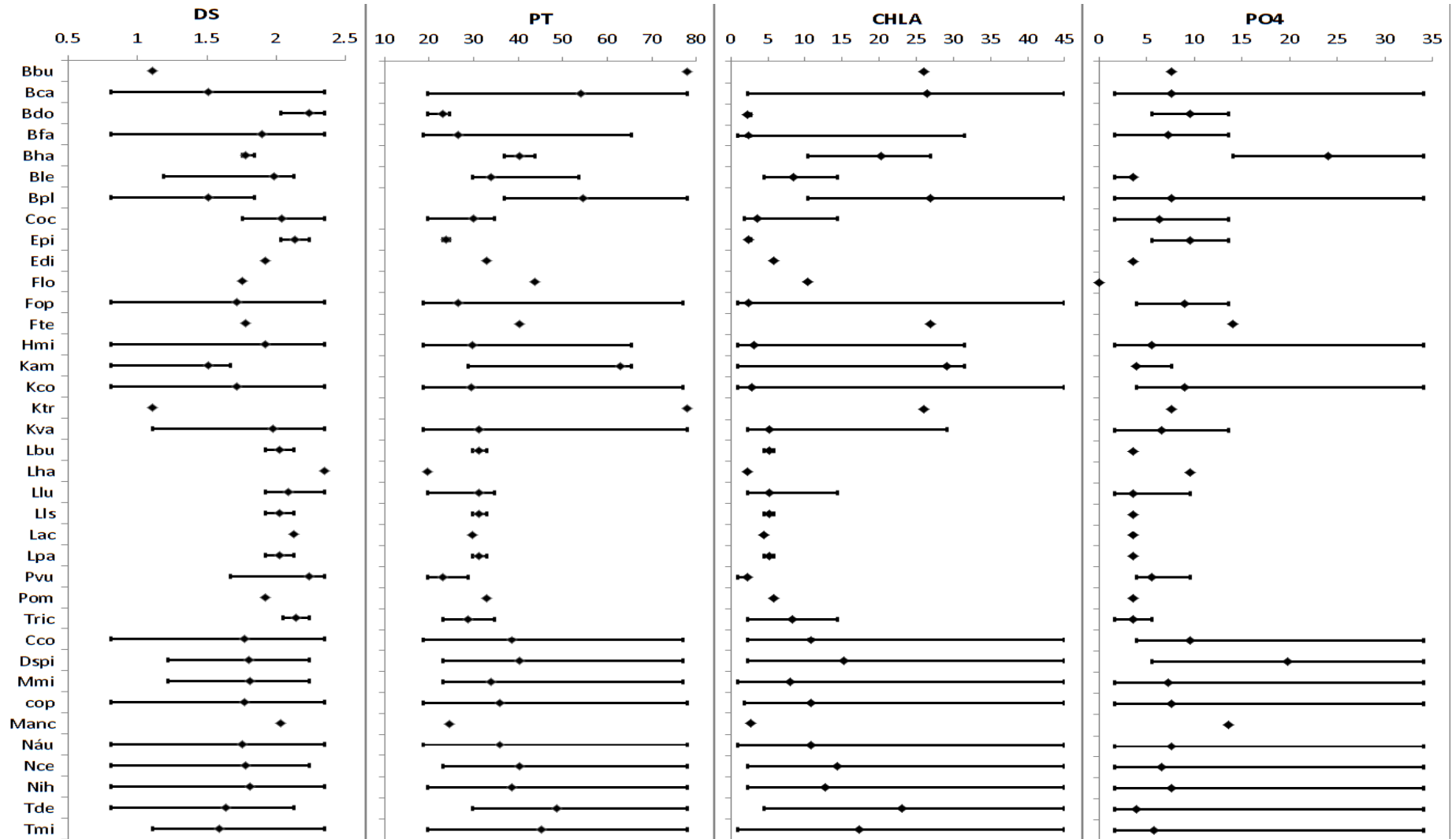


Figura 2. Amplitude da ocorrência das espécies de zooplâncton em função dos indicadores tróficos nos açudes Namorados, Taperoá II e Soledade. DS – transparência da água; PT – fósforo total; CHLA – clorofila 'a'; PO4 – ortofosfato; As legendas dos táxons encontram-se na Tabela 3.

Tabela 5. Resultado da análise multivariada (CCA) para os eixos 1 e 2.

	Eixos	
	1	2
Autovalores	0,291	0,187
Correlação espécie-ambiente	0,876	0,877
Variância acumulada de dados bióticos	30,6%	50,3%
Variância acumulada da relação espécie-ambiente	46,3%	76,1%
Teste de significância 1° eixo	F-ratio	5,739
	P-valor	0,005
Teste de significância de todos os eixos	F-ratio	6,334
	P-valor	0,001
Soma de todos os autovalores		0,951
Soma de todos os autovalores canônicos		0,628
Correlação Intra-set	Eixo 1	Eixo 2
Transparência da água	0,3656	0,2587
Clorofila 'a'	-0,9356	-0,2455
Oxigênio Dissolvido	-0,5447	0,2681
Nitrogênio Total	-0,4461	0,8170

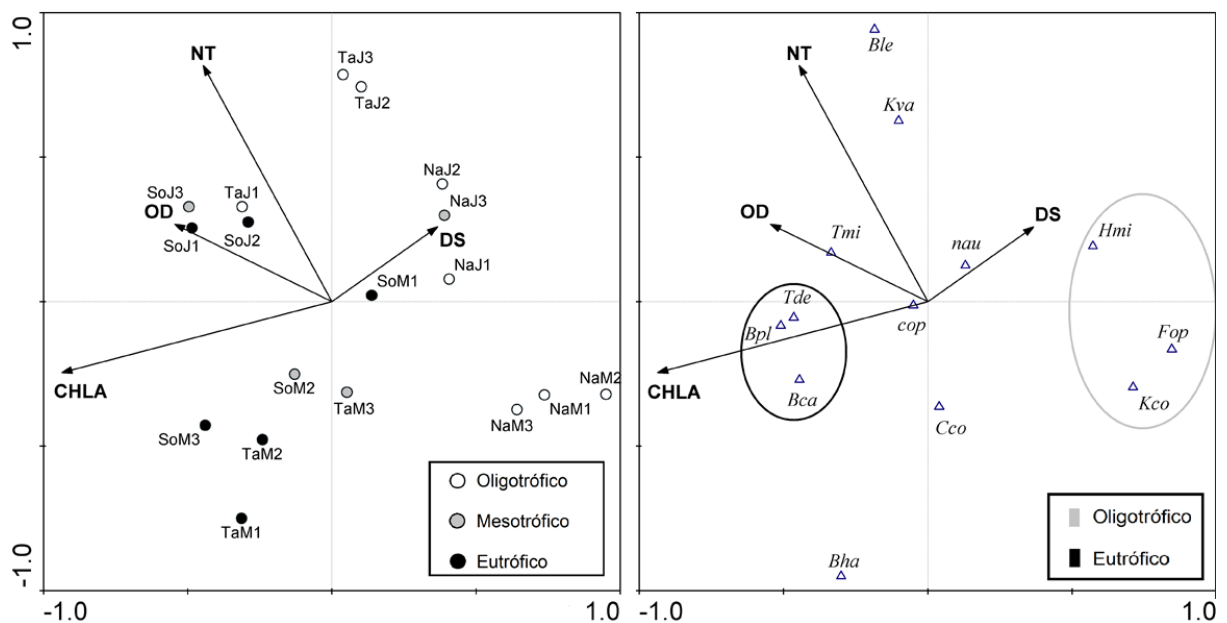


Figura 3. Variação espaço-temporal do zooplâncton em relação aos fatores ambientais significativos nos reservatórios Namorados, Taperoá II e Soledade, em jan/12 e mai/12. DS – transparência da água; OD – oxigênio dissolvido; CHLA – clorofila 'a'; NT – nitrogênio total; NaJ1 – Namorados, jan/12, ponto 1; NaJ2 – Namorados, jan/12, ponto 2; NaJ3 – Namorados, jan/12, ponto 3; NaM1 – Namorados, mai/12, ponto 1; NaM2 – Namorados, mai/12, ponto 2; NaM3 – Namorados, mai/12, ponto 3; TaJ1 – Taperoá II, jan/12, ponto 1; TaJ2 – Taperoá II, jan/12, ponto 2; TaJ3 – Taperoá II, jan/12, ponto 3; TaM1 – Taperoá II, mai/12, ponto 1; TaM2 – Taperoá II, mai/12, ponto 2; TaM3 – Taperoá II, mai/12, ponto 3; SoJ1 – Soledade, jan/12, ponto 1; SoJ2 – Soledade, jan/12, ponto 2; SoJ3 – Soledade, jan/12, ponto 3; SoM1 –

Soledade, mai/12, ponto 1; SoM2 – Soledade, mai/12, ponto 2; SoM3 – Soledade, mai/12, ponto 3. As legendas dos táxons encontram-se na Tabela 3.

DISCUSSÃO

Foram verificadas variações na composição e estrutura do zooplâncton nos reservatórios do semiárido sendo relacionados significativamente com indicadores tróficos, exceto fósforo total. Uma provável explicação para este resultado é a baixa amplitude de variação das concentrações de fósforo total entre os ambientes estudados.

Os valores de pH encontrados indicam que os ambientes estavam alcalinos, que por sua vez, indicam a presença de cargas de íon bicarbonato. De acordo com Ceballos (1995), Barbosa (2002), Diniz (2005), Leitão *et al.* (2006) e Araújo-Júnior (2009), este padrão de pH é típico de ambiente semiárido, devido, principalmente, a riqueza de bicarbonato na composição química dos solos onde as bacias de drenagem dos reservatórios estão inseridas. Essas cargas de íon bicarbonato provavelmente influenciaram os valores de condutividade elétrica encontrados, principalmente no açude Soledade, que apresentou os maiores valores tanto de pH, quanto de condutividade elétrica. A condutividade elétrica é uma variável que se relaciona diretamente com a presença de íons dissolvidos no ambiente como partículas eletricamente carregadas. Quanto maior a quantidade de íons dissolvidos na água, maior a condutividade elétrica (Tundisi *et al.* 1999).

Ao analisar os valores de oxigênio dissolvido (OD), os ambientes foram considerados bem oxigenados, não apresentando quadros de hipoxia ou anoxia em nenhum período. Diante disso, o oxigênio não foi um fator limitante ao desenvolvimento do zooplâncton, pois os teores verificados nos ecossistemas são adequados ao crescimento do zooplâncton.

Quanto à comunidade zooplanctônica, a riqueza total encontrada nos reservatórios Namorados, Taperoá II e Soledade aproximou-se das encontradas nos resultados dos trabalhos de Vieira *et al.* (2009) e Pereira *et al.* (2011) realizados no nordeste brasileiro. Dentre os grupos que compõem o zooplâncton de reservatórios, Rotifera é predominante, tanto em número de espécies, quanto em densidade. Já Copepoda apresenta a segunda maior densidade, principalmente em ambientes mesotróficos e eutróficos. Quanto às espécies de Cladocera, acredita-se que as baixas densidade e riqueza ocorram devido à alimentação inapropriada, para esse grupo, em zona limnética de ambientes tropicais (como no presente estudo). Entretanto, somente em ambientes eutróficos, pode ocorrer a total inibição de espécies filtradoras, por causa dos “blooms” de cianobactérias (Arcifa, 1984).

De acordo com Moredjo (1998), Crispim and Watanabe (2000), Landa *et al.* (2002), Ayoagui *et al.* (2003), Eskinazi-Sant’anna *et al.* (2007), Mello *et al.* (2011) e Dantas-Silva and Dantas (2012), Brachionidae é uma das famílias de rotíferos mais representativas em reservatórios, tanto em riqueza, quanto em densidade, sendo os gêneros *Brachionus* e *Keratella* os mais encontrados, corroborando com o presente estudo.

A abundância e densidade da comunidade zooplanctônica dos ambientes estudados foram predominadas por rotíferos, seguidos de copépodes. Esta ordem na composição é característica de ambientes eutrofizados, ou que estão passando pelo processo de eutrofização. Estudos como os de Pinto-Coelho *et al.* (2005), Sendacz *et al.* (2006) e Parra *et al.* (2009), têm confirmado este pressuposto, além de afirmar que, a comunidade zooplanctônica, como indicadora do estado trófico da água, tende a apresentar predominância de copépodos ciclopóides sobre copépodos calanóides à medida que o grau de eutrofização aumenta. Esse padrão de dominância foi observado no presente estudo; entretanto, como houve ocorrência dos dois grupos no mesmo estado trófico, verificar os valores de densidade das espécies tem mais precisão que verificar a ocorrência do grupo.

Quanto à composição, Angeli (1976), Mäemets (1983), Nogueira (2001) e Serafim-Junior *et al.* (2010) verificaram que determinadas espécies podem indicar o nível de trofia do ambiente. Estes estudos afirmam que a presença simultânea de espécies do gênero *Brachionus*, associada a alta abundância relativa dessas espécies, são boas indicações de eutrofização. No presente estudo foram encontradas oito espécies de *Brachionus*, destas, quatro (*B. calyciflorus*, *B. havanaensis*, *B. rubens* e *B. urceolaris*) são consideradas indicadoras de ambientes eutrofizados.

Além das espécies de *Brachionus*, outras espécies foram consideradas indicadoras de estado trófico. De acordo com Gannon and Stemberger (1978), Mäemets (1983), Pejler (1983), Piva-Bertoletti (2001), Silva (2003), Lucinda *et al.* (2004), Rosa (2008) Sousa *et al.* (2008), Almeida *et al.* (2009), Vieira *et al.* (2009), Di Genaro (2010), Serafim-junior *et al.* (2010), Yildiz *et al.* (2010), Brito *et al.* (2011) e Mola (2011), *Keratella cochlearis* foi considerada indicadora de ambientes mesotróficos e eutróficos, *Brachionus urceolaris* é um bom indicador de ambientes eutróficos, e *Lecane luna*, *Hexarthra mira* e *Conochilus* sp. foram consideradas indicadoras de oligotrofia. Quanto aos microcrustáceos, *C. cornuta*, e *Thermocyclops decipiens* foram consideradas indicadoras de eutrofização. Espécies do gênero *Moina* foram consideradas indicadoras de mesotrofia. Estes resultados corroboraram com o do presente estudo.

De acordo com Silva (2003), *Polyarthra vulgaris* é uma espécie típica de ambientes oligotróficos e oligo-mesotróficos. Matsumura-Tundisi *et al.* (1990) propuseram que a associação de *Polyarthra vulgaris* e *Keratella tropica* (também presente nesse estudo, embora com abundância não significativa) é indicadora de ambientes poucos eutrofizados. Entretanto, diversos trabalhos (Sampaio, 1996; Pareschi, 2001; Piva-Bertoletti, 2001; Eler *et al.* 2003; Dantas-Silva, 2010) mostram que essa espécie ocorre em vários tipos de ambientes, de

diferentes estados tróficos, e em alguns casos em grande abundância, e por isso, essa espécie não deve ser considerada indicadora de estado trófico.

Nos resultados obtidos do presente estudo, a espécie *Filinia opoliensis* foi relacionada com ambientes oligotróficos; entretanto, Sendacz *et al.* (2006) afirmaram que *F. opoliensis* é indicadora de ambiente eutrofizado e Dantas *et al.* (2009) encontraram-na dominante, em região limnética, de um reservatório considerado eutrófico. Diante disso, necessita-se realizar outros estudos utilizando *F. opoliensis* antes de defini-la como indicadora de estado trófico.

Espécies do gênero *Thermocyclops* são, geralmente, consideradas herbívoras e, algumas, carnívoras (Fernando *et al.* 1990). Entretanto, esse gênero vem sendo associado a ambientes com distúrbios ou enriquecimento de nutrientes, principalmente fósforo, devido algumas adaptações em seus hábitos alimentares, como a capacidade de fragmentar colônias de algas e detritos agregados. No Brasil, o gênero é representado basicamente por duas espécies: *Thermocyclops decipiens* e *Thermocyclops minutus* (Pinto-Coelho, 2002), ambas ocorreram no presente estudo.

Conforme Landa *et al.* (2007), a espécie *T. decipiens* é considerada pioneira em realizar grandes dispersões e se adapta facilmente a novos ambientes, sendo capaz de coloniza-los. É considerada indicadora de ambientes mesotróficos e eutróficos (Sendacz & Kubo, 1999; Pinto-Coelho, 2002; Sendacz *et al.* 2006; Silva & Matsumura-Tundisi, 2005). Perbiche-Neves *et al.* (2007) explica a relação de *T. decipiens* com ambientes mesotróficos e eutróficos afirmando que essa espécie está diretamente relacionada a altas concentrações de fósforo total, que é um dos indicadores de eutrofização.

A espécie *T. minutus*, por sua vez, é comum em ambientes oligotróficos e mesotróficos (Matsumura Tundisi & Tundisi, 1976; Tundisi *et al.*, 1997; Silva & Matsumura-Tundisi, 2005; Silva, 2011). Estudos como o de Silva & Matsumura-Tundisi (2005)

apresentaram como resultado dominância de *T. decipiens* sobre *T. minutus* em reservatórios eutróficos e dominância de *T. minutus* sobre *T. decipiens* em reservatórios oligo-mesotróficos.

Por serem filtradores, os copépodes calanóides estão, geralmente, ligados a ambientes oligotróficos. Porém, espécies do gênero *Notodiaptomus* – único calanóide encontrado nos reservatórios estudados – estão sendo encontradas em ambientes mesotróficos e eutróficos, inclusive no presente estudo. Essa adaptação a níveis mais altos de trofia pode ser explicada pelo fato dessas espécies estarem utilizando pequenas colônias e filamentos de cianobactérias como alimento, o que possibilita sua ocorrência em ambientes eutróficos (Rietzler *et al.* 2002; Panosso *et al.* 2003).

Diante dos resultados encontrados no estudo em questão, podemos considerar indicadores de eutrofização os rotíferos *B. calyciflorus* e *B. urceolaris* e o copépode ciclopóide *T. decipiens*; e como indicadores de ambientes oligotróficos e mesotróficos, podemos considerar os rotíferos *H. mira* e *K. cochlearis*. Como sugerido anteriormente, quanto à espécie *F. opoliensis* sugerimos que haja mais estudos sobre sua eficiência como indicadora de estado trófico, visto que *F. opoliensis* é considerada, na literatura, uma espécie indicadora de oligotrofia, enquanto que nesse e em outros estudos foi encontrada em ambiente eutrofizado.

Como as espécies de cladóceros e as espécies de copépodes dos gêneros *Thermocyclops* e *Notodiaptomus* ocorreram em uma ampla variação de características tróficas, concluímos que utilizar os valores de densidade é melhor indicador trófico que a ocorrência das espécies ou a presença do grupo (Rotifera, Cladocera e Copepoda) como um todo, corroborando com a segunda hipótese do presente estudo.

AGRADECIMENTOS

Ao auxílio financeiro proveniente do Projeto BIO/REHISA. A Capes pela concessão da bolsa de estudos.

CONCLUSÕES GERAIS

- A comunidade zooplanctônica pode ser empregada como indicadora de estado trófico quanto à ocorrência de determinada espécie, bem como a abundância de algumas espécies individuais que apresentam tolerância a diversos graus de trofia;
- Utilizar os valores de densidade é melhor indicador trófico que a ocorrência das espécies ou a presença do grupo (Rotifera, Cladocera e Copepoda) como um todo;
- Sugerimos que as espécies *B. calyciflorus*, *B. urceolaris* e *T. decipiens* podem ser utilizadas como indicadores de ambientes eutrofizados, e que as espécies *H. mira* e *K. cochlearis* podem ser utilizadas como indicadoras de ambientes oligotróficos e/ou mesotróficos;
- Sugerimos que haja mais estudos sobre a eficiência da espécie *F. opoliensis* como indicadora de estado trófico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, VLS., NASCIMENTO, EC., SILVA, JM. and MOURA, AN., 2009. Fauna Planctônica de um Reservatório Eutrófico do Estado de Pernambuco. Anais da IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE, Recife. vol. 1.

ANGELI, N., 1976. Influence de la pollution sur les elements du plankton, pp. 97–133. In: PESSON, P. (ed.), La Pollution Oles Eaux Continentales, Gauthier-Villards, Paris, 285 p.

AOYAGUI, ASM., BONECKER, CC., LANSAC-TÔHA, FA. and VELHO, LFM., 2003. Estrutura e dinâmica dos rotíferos no reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. Acta Scientiarum, 25(1): 31-39.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 1992. Standard methods for the examination of water and waste-water. 18 ed. New York, American Public Health Association, 1193p.

AOYAGUI, ASM., BONECKER, CC., LANSAC-TÔHA, FA. and VELHO, LFM., 2003. Estrutura e dinâmica dos rotíferos no reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. Acta Scientiarum, 25(1): 31-39.

ARAÚJO-JÚNIOR, RJ., 2009. Evolução temporal dos níveis tróficos do açude Epitácio Pessoa, semi-árido paraibano. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba. 70p. Dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental.

ARCIFA, MD., 1984. Zooplankton composition of ten reservoirs in southern Brazil. Hydrobiol., 113: 137-145.

AYRES, M., AYRES JR., M., AYRES, DL. and SANTOS, AAS., 2007. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá.

BARBOSA, JEL., 2002. Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no açude Taperoá II: trópico semi-árido nordestino. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 201p. Tese de Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais.

BRASIL, 2005. Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semi-árido Nordeste e do Polígono das Secas: Colocação de tanques-rede. Brasília: Ministério da Integração Nacional. 118p.

BRITO, SL., MAIA-BARBOSA, PM. and PINTO-COELHO, RM., 2011. Zooplankton as an indicator of trophic conditions in two large reservoirs in Brazil. Lakes & Reservoirs: Research and Management, 16: 253-264.

CARLSON, RE., 1977. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography, 22(2): 361-369.

CEBALLOS, BSO., 1995. Utilização de Indicadores Microbiológicos na Tipologia de Ecossistemas Aquáticos do Trópico Semi-árido. São Carlos: Universidade de São Paulo. 192p. Tese de Doutorado em Hidráulica e Saneamento.

CRISPIM, MC. and WATANABE, T., 2000. Caracterização Limnológica das Bacias doadoras e receptoras de águas do Rio São Francisco:1 -Zooplâncton. Acta Limnologica Brasiliensia, 12(2): 93-103.

DANTAS, ÊW., ALMEIDA, VLS., BARBOSA, JEL., BITTENCOURT-OLIVEIRA, MC. and MOURA, AN., 2009. Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplanctônica em um reservatório do Nordeste brasileiro. Iheringia, Sér. Zool., 99(2): 132-141.

DANTAS-SILVA, LT., 2010. Composição e distribuição espaço-temporal do zooplâncton em função das macrófitas no Complexo Lagunar Três Lagoas, João Pessoa, PB. João Pessoa: Universidade Estadual da Paraíba. 49p. Monografia de Graduação em Ciências Biológicas.

DANTAS-SILVA, LT. and DANTAS, ÊW., 2012. Rotifera of the Três Lagoas Lake Complex, João Pessoa, state of Paraíba, Brazil. Check List, 8(1): 135-137.

DI GENARO, AC., 2010. Mudanças na comunidade zooplanctônica após remoção de macrófitas em um lago urbano hipereutrófico (Lago das Garças, São Paulo, Brasil). São Paulo: Instituto de Pesca. Dissertação de Mestrado em Aquicultura e Pesca.

DINIZ, CR., 2005. Ritmos nictemerais e distribuição espaço-temporal de variáveis limnológicas e sanitárias de dois açudes do trópico semi-árido (PB). Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande. 193p. Tese de Doutorado em Recursos Naturais.

ELER, MN., PARESCHI, DC., ESPÍNDOLA, ELG. and BARBOSA, DS., 2003. Ocorrência de Rotifera e sua relação com o estado trófico da água em pesque-pague na bacia do rio Mogi-Guaçu – SP. Boletim Técnico do CEPTA, 16: 41-56.

ESKINAZI-SANT'ANNA, EM., MENEZES, R., COSTA, IS., PANOSSO, RF., ARAÚJO, MF. and ATTAYDE, JL., 2007. Composição da comunidade zooplancônica em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. Oecologia Brasiliensis, 11(3): 410-421.

FERNANDO, CH., TUDORANCEA, C. and MENGESTOU, S., 1990. Invertebrate zooplankton predator composition and diversity in tropical lentic waters. Hydrobiol., 198: 13-31.

GANNON, JE. and STEMBERGER, RS., 1978. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. Trans Amer. Micros. Soc., 97(1): 16-35.

LACERDA, AV., NORDI, N., BARBOSA, FM. and WATANABE, T., 2005. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. Acta botanica brasílica, 19(3): 647-656.

LANDA, GG., BARBOSA, FAR., RIETZLER, AC., MAIA-BARBOSA, PM., 2007. *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (Copepoda, Cyclopoida) as Indicator of Water Quality in the State of Minas Gerais, Brazil. Braz. Arch. Biol. Technol., 50: 695-705.

LANDA, GG., DEL AGUILA, LMR. and PINTO-COELHO, RM., 2002. Distribuição espacial e temporal de Kellicottia bostoniensis (Rousselet, 1908) (Rotifera) em um grande

reservatório tropical (reservatório de Furnas), Estado de Minas Gerais, Brasil. Acta Scientiarum, 24(2): 313-319.

LAZZARO, X., BOUVY, M., RIBEIRO-FILHO, RA., OLIVEIRA, LTS, VASCANCELOS, ARM. and MATA, MR., 2003. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic northeast brazilian reservoirs? Freshwater biology, 48: 649-668.

LEITÃO AC., FREIRE, RHF., ROCHA, O. and SANTAELLA, ST., 2006. Zooplankton community composition and abundance of two Brazilian semiarid reservoir. Acta Limnol. Bras., 8: 451-468.

LORENZEN, CJ., 1967. Determination of chlorophyll and pheo-pigments: Spectrophotometric equations. Limnol. Oceanogr., 12: 343-346.

LUCINDA, I, MORENO, IH., MELÃO, MGG. and MATSUMURA-TUNDISI, T., 2004. Rotifers in freshwater habitats in the Upper Tietê River Basin, São Paulo State, Brazil. Acta Limnol. Bras., 16(3): 203-224.

MACKERETH, JFH., 1978. Water analysis: some revised methods for limnologists. Freshwater Biological Association, no. 36, 121p.

MAEMETS, A., 1983. Indirect effect of planktivorous fish on the growth and reproduction of *Daphnia galeata*. Hydrobiol., 225: 193-197.

MARCELINO, SC., 2007. Zooplâncton como bioindicadores do estado trófico na seleção de áreas aquícolas para piscicultura em tanque-rede no reservatório da UHE Pedra no Rio de Contas, Jequié-BA. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 59 p. Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

MATSUMURA-TUNDISI, T., NEUMANN-LEITÃO, S., AGUENA, LS. and MIYAHARA, J., 1990. Eutrofização da represa de Barra Bonita: Estrutura e organização da comunidade de Rotifera. Rev. Bras. Biol., 50(4): 923-935.

MEIRELES, ACM., FRISCHKORN, H. and ANDRADE, EC., 2007. Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no Semi-Árido cearense. Revista Ciência Agronômica, 38(1): 25-31.

MELLO, NAST., MAIA-BARBOSA, PM. and SANTOS, AM., 2011. Zooplankton dynamics in an eutrophic urban reservoir: four scenarios over a hydrological cycle. Oecologia Australis, 15(3): 559-575.

MELO, AD., 2005. Operação de reservatórios no semi-árido considerando critérios de qualidade de água. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 89p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental.

MOLA, HRA., 2011. Seasonal and spatial distribution of *Brachionus* (Pallas, 1966; Eurotatoria: Monogonanta: Brachionidae), a bioindicator of eutrophication in lake El-Manzalah, Egypt. Biology and Medicine, Special Issue, 3(2): 60-69.

MOREDJO, A., 1998. Avaliação dos efeitos das atividades humanas sobre o estado trófico dos açudes paraibanos, com ênfase na utilização da comunidade zooplactônica como bioindicador. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba. 137 p. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

MOURA, MSB., GALVINCIO, JD., BRITO, LTL., SOUZA, LSB., SÁ, IIS. and SILVA, TGF., 2007. Clima e água de chuva no semi-árido. pp. 37-59. In: BRITO, LTL., MOURA, MSB., GAMA, GFB. (eds.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Embrapa.

NOGUEIRA, MG., 2001. Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), Sao Paulo, Brazil. Hydrobiol., 455: 1-18.

PANOSSO, R., CARLSSON, P., KOZLOWSKY-SUZUKI, B., AZEVEDO, SMFO. and GRANÉLI, E., 2003. Effect of grazing by a neotropical copepod, Notodiaptomus, on a natural cyanobacterial assemblage and on toxic and non-toxic cyanobacterial strains. Journal of Plankton Research, 25: 1169-1175.

PARAÍBA, 1997. Avaliação da infra-estrutura hídrica e do suporte para o sistema de gerenciamento de recursos hídricos do estado da Paraíba. João Pessoa: Secretaria de Planejamento. 44 p.

PARAÍBA, 2000. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado da Paraíba: Região do Cariri Ocidental – Climatologia. João Pessoa: Superintendência de Desenvolvimento do Meio

Ambiente/Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais.
36p.

PARESCI, DC., 2001. Caracterização da fauna de Rotifera em corpos da Serra da Mantiqueira (SP). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 72 p. Monografia de Graduação em Ciências Biológicas e da Saúde.

PARRA, G., MATIAS, NG., GUERRERO, F. and BOAVIDA, MJ., 2009. Short term fluctuations of zooplankton abundance during autumn circulation in two reservoirs with contrasting trophic state. Limnetica, 28 (1): 175-184.

PEJLER, B., 1983. Zooplanktonic indicators of trophic state and their food. Hydrobiol. 101: 111-114.

PEREIRA, APS., VASCO, AN., BRITTO, FB., MÉLLO-JÚNIOR, AV. and NOGUEIRA, EMS., 2011. Biodiversidade e estrutura da comunidade zooplânctônica na Subbacia Hidrográfica do Rio Poxim, Sergipe, Brasil. Ambiente & Água, vol. 6 no. 2.

PINTO-COELHO, RM., 2002. Fundamentos em ecologia. Porto Alegre: Artmed. 525p.

PINTO-COELHO, RM., 2004. Métodos de coleta, preservação, contagem e determinação de biomassa em zooplâncton de águas epicontinentais. In: BICUDO, CEM. and BICUDO, DC. (eds.). Amostragem em limnologia. São Carlos: RiMa. p. 149-165.

PINTO-COELHO, RM., BEZERRA-NETO, JF. and MORAIS-JR., CA., 2005. Effects of eutrophication on size and biomass of crustacean zooplankton in a tropical reservoir. Braz. J. Biol., 65(2): 325-338.

PIVA-BERTOLETTI, SAE., 2001. Zooplâncton dos lagos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP) e relações entre espécies zooplanctônicas e estado trófico em corpos d'água do Estado de São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo. 253 p. Tese de Doutorado em Saúde Pública.

RIETZLER, AC., MATSUMURA-TUNDISI, T. and TUNDISI, JG., 2002. Life cycle, feeding and adaptative strategy implications on the co-occurrence of Argyrodiaptomus furcatus and Notodiaptomus iheringi in Lobo-Broa Reservoir (SP, Brazil). Brazilian Journal of Biology, 62(1): 93-105.

ROSA, PG., 2008. Comunidade zooplanctônica de cinco reservatórios tropicais do sistema Furnas S.A. (Brasil): Abundância e biomassa em carbono. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora. Dissertação de Mestrado em Ecologia.

SAMPAIO, EV., 1996. Composição e abundância da comunidade zooplanctônica em tanques enriquecidos com efluente de indústria de processamento de frutas cítricas (Citrosuco S.A., Matão SP). São Paulo: Universidade de São Paulo. 158p. Dissertação de Mestrado em Engenharia.

SENDACZ, S., CALEFFI, S. and SANTOS-SOARES, J., 2006. Zooplankton biomass of reservoirs in different trophic conditions in the state of São Paulo, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 66(1b): 337-350.

SENDACZ, S. and KUBO, E., 1999. Zooplâncton de reservatórios do Alto Tietê, Estado de São Paulo, pp. 509-530. In: HENRY, R. (ed). Ecologia de reservatórios: estrutura, função, aspectos sociais. FUNDIBIO: FAPESP, São Paulo.

SERAFIM-JÚNIOR, M., PERBICHE-NEVES, G., BRITO, L., GHIDINI, AR. and CASANOVA, SMC., 2010. Variação espaço-temporal de Rotifera em um reservatório eutrofizado no sul do Brasil. Iheringia, Sér. Zool., 100: 233-241.

SILVA, MMRD., 2003. A evolução do estado trófico da albufeira do rio Sôdo (Vila Real) - indicadores biológicos. Portugal: Universidade do Porto. Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada.

SILVA, WM., 2011. Potential use of Cyclopoida (Crustacea, Copepoda) as trophic state indicators in tropical reservoirs. Oecologia Australis, 15: 511-521.

SILVA, WM. and MATSUMURA-TUNDISI, T., 2005. Taxonomy, ecology, and geographical distribution of the species of the genus Thermocyclops Kiefer, 1927 (Copepoda, Cyclopoida) in São Paulo state, Brazil, with description of a new species. Braz. J. Biol., 65: 521-531.

SOUSA, W., ATTAYDE, JL., ROCHA, ES. and ESKINAZI-SANT'ANNA, EM., 2008. The response of zooplankton assemblages to variations in the water quality of four man-made lakes in semi-arid northeastern Brazil. Journal of Plankton Research, 30(6): 699–708.

TOLEDO Jr., AP., 1990. Informe preliminar sobre os estudos para a obtenção de um índice para a avaliação simplificada do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais. São Paulo: Relatório Técnico CETESB, 12p.

TUNDISI, JG., GENTIL, JG. and DIRICKSON, C., 1999. Seasonal cycle of primary production of nano and microphytoplankton in a shallow tropical reservoir. Rev. Bras. Bot., 1: 35-39.

VIEIRA, ACB., RIBEIRO, LL., SANTOS, DPN. and CRISPIM, MC., 2009. Correlation between the zooplanktonic community and environmental variables in a reservoir from the Northeastern semi-arid. Acta Limnol. Bras., 21(3): 349-358.

YILDIZ, S., ÖZGÖKÇE, MS., ÖZGÖKÇE, FEVZI, IK. and POLAT, E., 2010. Zooplankton composition of Van Lake Coastline in Turkey. Afr. J. Biotechnol., 9(48): 8248-8252.

ANEXO

Normas para Publicação no Periódico Brazilian Journal of Biology

Normas para Publicação no Periódico Brazilian Journal of Biology

O trabalho a ser considerado para publicação deve obedecer às seguintes recomendações gerais:

Ser digitado e impresso em um só lado do papel tipo A4 e em espaço duplo com uma margem de 3 cm à esquerda e 2 cm à direita, sem preocupação de que as linhas terminem alinhadas e sem dividir palavras no final da linha. Palavras a serem impressas em itálico podem ser sublinhadas.

O título deve dar uma idéia precisa do conteúdo e ser o mais curto possível. Um título abreviado deve ser fornecido para impressão nas cabeças de página.

Nomes dos autores – As indicações Júnior, Filho, Neto, Sobrinho etc. devem ser sempre antecedidas por um hífen. Exemplo: J. Pereira-Neto. Usar também hífen para nomes compostos (exemplos: C. Azevedo-Ramos, M. L. López-Rulf). Os nomes dos autores devem constar sempre na sua ordem correta, sem inversões. Não usar nunca, como autor ou co-autor nomes como Pereira-Neto J. Usar e, y, and, et em vez de & para ligar o último co-autor aos antecedentes.

Os trabalhos devem ser redigidos de forma concisa, com a exatidão e a clareza necessárias para sua fiel compreensão. Sua redação deve ser definitiva a fim de evitar modificações nas provas de impressão, muito onerosas e cujo pagamento ficará sempre a cargo do autor. Os trabalhos (incluindo ilustração e tabelas) devem ser submetidos em triplicata (original e duas cópias).

Serão considerados para publicação apenas os artigos redigidos em inglês. Todos os trabalhos deverão ter resumos em inglês e português. Esses resumos deverão constar no início do trabalho e iniciar com o título traduzido para o idioma correspondente. O Abstract e o Resumo devem conter as mesmas informações e sempre resumir resultados e conclusões.

Em linhas gerais, as diferentes partes dos artigos devem ter a seguinte seriação:

1ª página – Título do trabalho. Nome(s) do(s) autor(es). Instituição ou instituições, com endereço. Indicação do número de figuras existentes no trabalho. Palavras-chave em português e inglês (no máximo 5). Título abreviado para cabeça das páginas. Rodapé: nome do autor correspondente e endereço atual (se for o caso).

2ª página e seguintes – Abstract (sem título). Resumo: em português (com título); Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos.

Em separado - Referências, Legendas das figuras, Tabelas e Figuras.

As seguintes informações devem acompanhar todas as espécies citadas no artigo:

- Para zoologia, o nome do autor e da data de publicação da descrição original deve ser dada a primeira vez que a espécie é citada nos trabalhos;
- Para botânica e ecologia, somente o nome do autor que fez a descrição deve ser dada a primeira vez que a espécie é citada nos trabalhos.

O trabalho deverá ter, no máximo, 25 páginas, incluindo tabelas e figuras, em caso de Notes and Comments limitar-se a 4 páginas.

A seriação dos itens de Introdução e Agradecimentos só se aplicam, obviamente, a trabalhos capazes de adotá-la. Os demais artigos (como os de Sistemática) devem ser redigidos de acordo com critérios geralmente aceitos na área.

Referencias Bibliográficas:

1. Citação no texto: Use o nome e ano: Reis (1980); (Reis, 1980); (Zaluar e Rocha, 2000). Há mais de dois autores usar et al.
2. Citações na lista de referências, em conformidade com a norma ISO 690/1987.

No texto, será usado o sistema autor-ano para citações bibliográficas (estritamente o necessário) utilizando-se o utilizando-se and no caso de 2 autores. As referências, digitadas em folha separada, devem constar em ordem alfabética. Deverão conter nome(s) e iniciais do(s) autor(es), ano, título por extenso, nome da revista (abreviado e sublinhado), volume, e primeira e última páginas. Citações de livros e monografias deverão também incluir a editora e, conforme citação, referir o capítulo do livro. Deve(m) também ser referido(s) nome(s) do(s) organizador(es) da coletânea. Exemplos:

LOMINADZE, DG., 1981. Cyclotron waves in plasma. 2nd ed. Oxford: Pergamon Press. 206 p. International series in natural philosophy, no. 3.

WRIGLEY, EA., 1968. Parish registers and the historian. In STEEL, DJ. National index of parish registers. London: Society of Genealogists. p. 15-167.

CYRINO, JEP. and MULVANEY, DR., 1999. Mitogenic activity of fetal bovine serum, fish fry extract, insulin-like growth factor-I, and fibroblast growth factor on brown bullhead catfish cells - BB line. *Revista Brasileira de Biologia = Brazilian Journal of Biology*, vol. 59, no. 3, p. 517-525.

LIMA, PRS., 2004. Dinâmica populacional da Serra *Scomberomorus brasiliensis* (Osteichthyes; Scombridae), no litoral ocidental do Maranhã-Brasil. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 45 p. Dissertação de Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

WU, RSS., SHANG, EWV. and ZHOU, BS., 2006. Endocrine disrupting and teratogenic effects of hypoxia on fish, and their ecological implications. In *Proceedings of the Eighth International Symposium on Fish Physiology, Toxicology and Water Quality, 2005*. Georgia, USA: EPA. p. 75-86.

Para outros pormenores, veja as referências bibliográficas em um fascículo.

A Revista publicará um Índice inteiramente em inglês, para uso das revistas internacionais de referência.

As provas serão enviadas aos autores para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas imediatamente. As provas que não forem devolvidas no tempo solicitado - 5 dias - terão sua publicação postergada para uma próxima oportunidade, dependendo de espaço.

Material Ilustrativo – Os autores deverão limitar as tabelas e as figuras (ambas numeradas em arábicos) ao estritamente necessário. No texto do manuscrito, o autor indicará os locais onde elas deverão ser intercaladas.

As tabelas deverão ter seu próprio título e, em rodapé, as demais informações explicativas. Símbolos e abreviaturas devem ser definidos no texto principal e/ou legendas.

Na preparação do material ilustrativo e das tabelas, deve-se ter em mente o tamanho da página útil da REVISTA (22 cm x 15,0 cm); (coluna: 7 cm) e a ideia de conservar o sentido vertical. Desenhos e fotografias exageradamente grandes poderão perder muito em nitidez quando forem reduzidos às dimensões da página útil. As pranchas deverão ter no máximo 30 cm de altura por 25 cm de largura e incluir barra(s) de calibração.

As ilustrações devem ser agrupadas, sempre que possível. A Comissão Editorial reserva-se o direito de dispor esse material do modo mais econômico, sem prejudicar sua apresentação.

Todos os desenhos devem ser feitos à tinta da China e apresentados de tal forma que seja possível sua reprodução sem retoques. As fotografias devem vir em papel brilhante. Nas fotos, desenhos e tabelas deve-se escrever, a lápis, no verso, o nome do autor e o título do trabalho.

Disquete – Os autores são encorajados a enviar a versão final (e somente a final), já aceita, de seus manuscritos em disquete. Textos devem ser preparados em Word for Windows e acompanhados de uma cópia idêntica em papel.

Recomendações Finais: Antes de remeter seu trabalho, preparado de acordo com as instruções anteriores, deve o autor relê-lo cuidadosamente, dando atenção aos seguintes itens: correção gramatical, correção datilográfica (apenas uma leitura sílaba por sílaba a garantirá), correspondência entre os trabalhos citados no texto e os referidos na bibliografia, tabelas e figuras em arábicos, correspondência entre os números de tabelas e figuras citadas no texto e os referidos em cada um e posição correta das legendas.