

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo
desta dissertação será
disponibilizado somente
a partir de 15/03/2020.

temática e
Evolução

unesp 

CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

A comunidade zooplancônica em um gradiente de poluição antrópica em um Complexo Estuarino Lagunar

Erick Manzano Macias

MESTRADO

PÓS GRADUAÇÃO
EM BIOLOGIA ANIMAL



Biologia
Estrutural

PÓS-GRADUAÇÃO



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

Erick Manzano Macías

A comunidade zooplanctônica em um gradiente de poluição antrópica em um Complexo Estuarino Lagunar

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

Financiadora: Capes, MCTI/CNPQ N° 14/2013

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Stela Maioli
Castilho Noll

Co-orientador: Prof. Dr. Renato de Mei Romero

São José do Rio Preto

2018

Macías, Erick Manzano.

A comunidade zooplancônica em um gradiente de poluição
antrópica em um Complexo Estuarino Lagunar / Erick Manzano
Macías. -- São José do Rio Preto, 2018
57 f. : il.

Orientador: Maria Stela Maioli Castilho Noll
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio
de Mesquita Filho", Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Ecologia aquática. 2. Zooplâncton. 3. Eutroficação. 4. Água -
Qualidade. 5. Água – Poluição. I. Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências
Exatas. II. Título.

CDU – 556.55

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

Erick Manzano Macías

A comunidade zooplanctônica em um gradiente de poluição antrópica em um Complexo Estuarino Lagunar

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

Financiadora: Capes

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Maria Stela Maioli Castilho Noll. UNESP – São José do Rio Preto
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Betina Kozlowsky Suzuki
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Dr^a. Maria Isabel de Almeida Rocha
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

São José do Rio Preto

15 de março de 2018

Agradecimentos

À minha orientadora e professora Maria Stela Maioli Castilho Noll, sou grato pela orientação, sugestões e correções ao longo do meu trabalho. Pela sua amizade e força oferecida em momentos bons, mas também em épocas difíceis; obrigado por compartilhar comigo os seus conhecimentos acadêmicos e a forma de enxergar o mundo.

Ao meu co-orientador e professor Renato de Mei Romero, pela base teórica fornecida; pela imensa ajuda e apoio nas coletas, por providenciar a logística de campo e permitir que a execução do projeto fosse uma realidade; pela generosidade na hora abrir as portas de sua casa e me deixar compartilhar momentos importantes e lindos com sua família.

À galera do Laboratório de Limnologia do IBILCE, por me oferecer sua amizade e pela colaboração neste processo, nunca vou esquecer-los.

À professora Marcia Bisinoti do departamento de Química do IBILCE, por me permitir fazer as análises de carbono orgânico dissolvido em seu laboratório e também às suas estudantes, Lais Fregolente e Isabela Carreira, pela sua colaboração. À professora Michely Prado de Camargo do IFAL de Marechal Deodoro, pela ajuda e apoio na fase do laboratório.

As professoras Mônica Ceneviba Bastos e Maria Stela Maioli Castilho Noll, pela ajuda na primeira campanha.

À minha banca de qualificação, à professora Lilian Casatti e ao professor Eduardo Fernando dos Santos, pelos valiosos aportes que permitiram melhorar a estrutura e análise de dados desta dissertação.

À minha mãe Elizabeth Macias e meu pai Marco Manzano, pois sem sua força, apoio, ajuda e compreensão constante, não seria possível ter feito tudo isto. Aos meus irmãos Marcela Manzano e Sergio Manzano, que sempre desejaram o melhor para mim neste processo. À minha namorada Angélica Pérez, pois ela também foi parte importantíssima neste trabalho, pela guia e sugestões, pela compreensão nos momentos complicados e fracos, e pelo apoio constante para nunca me deixar cair e continuar na frente.

Este estudo teve suporte financeiro proveniente do Projeto MCTI/CNPq N° 14/2013 sob a coordenação de Renato de Mei Romero.

“Quem esquece sua história é condenado a repeti-la”

(Jorge Agustín Nicolás Ruiz de Santayana)

Resumo

A presente dissertação esta composta por três partes. Na primeira parte são apresentadas as fotos dos locais estudados (20) e das espécies zooplancônicas registradas (seis). A segunda parte apresenta os três objetivos propostos. Finalmente, a terceira parte consta do manuscrito que pretende ser submetido para publicação.

Muitos centros urbanos localizam-se próximos às lagoas costeiras, influenciando estes ambientes através de despejos domésticos e industriais. Estes ecossistemas são de extrema importância para a biodiversidade local, incluindo a comunidade zooplancônica. Foram estudados os fatores físico-químicos e as densidades zooplancônicas em diferentes escalas (comunidade, grupos, espécies e fases de desenvolvimento); foram identificadas as diferenças (através de ANOVA's) e a relação que existe entre estas variáveis (através de RDA) ao longo de um gradiente de poluição e um gradiente temporal; e foi quantificado se o gradiente de poluição afeta o estado trófico do CELMM (através de um índice de estado trófico). As coletas foram feitas em quatro áreas em três margens de duas lagoas costeiras e no canal conector do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM). Em cada área foram distribuídos 5 pontos de coleta, nas estações seca e chuvosa. As áreas encontram-se num gradiente de degradação ambiental de maior a menor poluição. Em cada ponto foram feitas amostragens do zooplâncton; foi mensurado o pH, a temperatura (TEM), o oxigênio dissolvido (OD), a condutividade (COM) e a profundidade (PROF) nas duas estações; e foi mensurada a salinidade (SAL), o carbono orgânico dissolvido (COD) e a clorofila-a (CLOR-A) na estação chuvosa. Foram identificadas diferenças em todos fatores físicos e químicos, exceto no COD sob o gradiente de poluição antrópica. Foram encontradas diferenças no pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade, sob a escala temporal. Foram identificadas diferenças nas densidades dos estágios Copepodito e Copepoda; e nas seis espécies que compõem a comunidade, sob o gradiente de poluição antrópica. Foram encontradas diferenças nas densidades dos estágios náuplio pequeno, Copepodito e Copepoda; e nos copépodes, cf. *Apocyclops* e *Calanoida* sp1; e nos cladóceros, *M. minuta* e *C. cornuta*, sob a escala temporal. Foi identificado que o gradiente de poluição antrópica afeta o nível trófico das lagoas que compõem o CELMM, e que a área menos impactada pela eutrofização é a A1 devido a processos hidrodinâmicos do sistema. Em quanto as relações detectadas, na estação seca houve associação entre: o oxigênio dissolvido e as espécies *B. calyciflorus* e cf. *Apocyclops*; a temperatura e *M. minuta* e *C. cornuta*; a condutividade e as espécies *B. plicatilis* e *Calanoida* sp1. Na estação chuvosa houve associação entre: a condutividade e a salinidade e as espécies *B. calyciflorus* e cf. *Apocyclops*; a temperatura e a clorofila-a e as espécies *B. plicatilis* e *Calanoida* sp1. Finalmente, sugerimos que as espécies *B. plicatilis* e *B. calyciflorus*, servem como bioindicadores da qualidade da água.

Palavras-chave: Lagoas costeiras, índice de estado trófico, eutrofização, degradação da qualidade d'água.

Abstract

The present dissertation is composed of three parts. In the first part, the photos of the studied sites (20) and the registered zooplankton species (six) are presented. The second part presents the three proposed objectives. Finally, the third part consists of the manuscript that intends to be submitted for publication.

Many urban centers are located near the coastal lagoons, influencing these environments through domestic and industrial dumps. These ecosystems are of extreme importance to local biodiversity, including the zooplankton community. The physicochemical factors and zooplankton densities were studied at different scales (community, groups, species and stages of development); the differences (through ANOVA's) and the relationship between these variables (through RDA) along a pollution gradient and a time gradient were identified; and was quantified if the pollution gradient affects the trophic state of the CELMM (through a trophic state index). The samples were collected in four areas on three banks of two coastal lagoons and in the connector channel of the Mundaú-Manguaba Estuary Complex Lagoon (CELMM). In each area 5 collection points were distributed in the dry and rainy seasons. The areas are in a gradient of environmental degradation from higher to lower pollution. At each point zooplankton samples were taken; pH, temperature (TEM), dissolved oxygen (OD), conductivity (COM) and depth (PROF) in the two seasons were measured; and salinity (SAL), dissolved organic carbon (COD) and chlorophyll-a (CLOR-A) in the rainy season were measured. Differences were identified in all physical and chemical factors, except in COD under the anthropic pollution gradient. Differences in pH, temperature, dissolved oxygen and conductivity were found under the temporal scale. Differences in the densities of the Copepodite and Copepoda stages were identified; and in the six species that make up the community, under the gradient of anthropic pollution. Differences were found in the densities of the small nauplii, Copepodite and Copepoda stages; and in copepods, cf. *Apocyclops* and *Calanoida* sp1; and in the cladocerans, *M. minuta* and *C. cornuta*, under the temporal scale. It was identified that the anthropic pollution gradient affects the trophic level of the lagoons that make up the CELMM, and that the area less impacted by eutrophication is the A1 due to hydrodynamic processes of the system. Regarding the relationships detected, in the dry season there was an association between: dissolved oxygen and *B. calyciflorus* species and cf. *Apocyclops*; the temperature and *M. minuta* and *C. cornuta*; the conductivity and the species *B. plicatilis* and *Calanoida* sp1. In the rainy season there was an association between: conductivity and salinity and species *B. calyciflorus* and cf. *Apocyclops*; the temperature and chlorophyll-a and the species *B. plicatilis* and *Calanoida* sp1. Finally, we suggest that the species *B. plicatilis* and *B. calyciflorus*, serve as bioindicators of water quality.

Keywords: Coastal lagoons, trophic status index, eutrophication, water quality degradation.








Sumário

I. Fotografias	10
a. Prancha dos locais de coleta (Estação chuvosa)	10
b. Prancha das espécies de zooplâncton.	11
II. Objetivos	12
III. Manuscrito: A comunidade zooplanctônica em um gradiente de poluição antrópica em um Complexo Estuarino Lagunar	13
Introdução	13
Metodologia	15
Resultados	19
Discussão	22
Conclusões	30
Referências bibliográficas	31
a. Figuras	39
b. Tabelas	51
c. Anexos	54

I. Fotografias

a. Prancha dos locais de coleta (Estação chuvosa)

Fotos: EMM, 2016

Ponto/ Área	A1 Maceió	A2 Coqueiro Seco	A3 Marechal Deodoro	A4 Marechal Deodoro (mata ciliar)
P1				
P2				
P3				
P4				
P5				

b. Prancha das espécies de zooplâncton.

Fotos: EMM, 2017



cf. Apocyclops (aposp1)



Calanoida sp1 (calsp1)



Moina minuta (moimin)



Ceriodaphnia cornuta (cercor)



Brachionus plicatilis (brapli)



Brachionus calyciflorus (bracal)

Objetivos

1. Verificar se há diferenças nos fatores físicos e químicos da água, e nas densidades dos organismos zooplanctônicos sob um gradiente de poluição antrópica por matéria orgânica em três compartimentos do CELMM, nas estações seca e chuvosa.
2. Identificar se o gradiente de poluição afeta o índice trófico das áreas estudadas do CELMM.
3. Identificar se existem relações entre as espécies de zooplâncton e as variáveis ambientais em duas lagoas costeiras do CELMM, nas estações seca e chuvosa.

II. **Manuscrito: A comunidade zooplanctônica em um gradiente de poluição antrópica em um Complexo Estuarino Lagunar**

Introdução

O uso dos ecossistemas pelo homem tem tido um rápido crescimento causando notavelmente a extinção das espécies e degradação dos ambientes naturais no planeta (Vitousek *et al.* 1997). O aumento descontrolado das atividades tais como a industrialização, urbanização além das atividades agrícolas, impactam diretamente e negativamente os ecossistemas aquáticos (Freire *et al.* 2008). Estes acontecimentos geram importantes preocupações principalmente em conexão à disponibilidade e à qualidade dos recursos aquíferos disponíveis (Callisto *et al.* 2001).

Um terço de toda água doce do planeta é usada em fins industriais, agrícolas e domésticas. No Brasil, tais atividades antrópicas como cultivo de cana, polos químicos e esgoto urbano são responsáveis pela contaminação das bacias e sub-bacias hidrográficas com vários elementos orgânicos e/ou sintéticos acrescentados nestes recursos hídricos (Freire *et al.* 2008).

As lagoas costeiras são ecossistemas que ocorrem em quase toda extensão costeira do país (Esteves, 1998; MMA, 2010). Devido à sua localização muito próxima a grandes centros urbanos, recebem grande influência destes ambientes, tal como de efluentes com resíduos de esgotos domésticos e industriais de seu entorno (MMA, 2010) e além disso as lagoas costeiras representam ecossistemas de grande importância para vários organismos marinhos que se reproduzem ali (Juras, 2012). Nestes ambientes, várias espécies de peixes e de crustáceos utilizam organismos zooplanctônicos como recurso alimentar, sendo o zooplâncton um elo importante da cadeia alimentar em nos sistemas aquáticos continentais, em estuários, oceanos e águas costeiras (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Yañes-Arancibia (1987) aponta diferenças entre os termos lagoa costeira e estuário. o termo estuário se baseia em condições hidrodinâmicas, e o termo lagoa costeira se baseia em condições geomorfológicas. Entretanto considera que tanto as lagoas costeiras, como os estuários são ecossistemas afins e é apropriado usar o termo meio ambiente lagunar estuarino para referir-se a eles. O estado de Alagoas apresenta um Complexo Estuarino Lagunar que compreende um dos ecossistemas aquáticos mais importantes do país, com influência direta ou indireta em cerca de 84% da população do estado (ANA, 2004). O Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) é composto por duas lagoas de mesmo nome, onde deságuam rios e inúmeros córregos. Os principais tributários das lagoas do CELMM são o Rio Mundaú, Rio Remédios, Riacho Reginaldo para a Lagoa Mundaú; e o Rio Paraíba do Meio e Rio Sumaúma para a Lagoa Manguaba (Oliveira e Kjerfve, 1993). A capital do estado – Maceió – encontra-se instalada na margem direita da Lagoa Mundaú (ANA, 2004). Maceió contribui com a descarga de esgotos domésticos, onde só o 26,9%

do esgoto produzido é tratado (ANA, 2013). Grande parte do esgoto que drena na Lagoa Mundaú chega através do riacho urbano Reginaldo e na bacia deste riacho inserem-se 18 bairros que albergam 25% da população de Maceió, onde a coleta de esgoto é deficiente e vem prejudicando as condições de saúde da população local, por transmissão de doenças de veiculação hídrica, como dengue, hepatites e leptospirose (Silva *et al.* 2017). Também se encontram algumas outras cidades menores e vilas ao longo das margens de ambas lagoas, embora ainda existam alguns trechos com vegetação ciliar preservada na Lagoa Manguaba.

O CELMM contém uma importante diversidade de espécies, mas vem sofrendo um processo acelerado de degradação ambiental. O uso inadequado do solo por atividades agrícolas juntamente com o crescimento humano, a falta de serviços básicos de saneamento, a crescente incorporação de complexos industriais, estruturas de suporte logístico, bem como a implantação de refinarias e dutos para transporte de óleo, gás e produtos químicos e também as próprias atividades turísticas não planejadas, trazem um profundo e duradouro impacto a esta área (ANA, 2004).

Para os ecossistemas aquáticos, devido aos distúrbios antrópicos que afetam a qualidade do hábitat, são necessários métodos de avaliação para determinar espécies ou as assembleias para estabelecer políticas de conservação e monitoramento (Soulé, 1990; Kremen, 1992).

Nos ecossistemas aquáticos, mudanças na composição de espécies de pequeno tamanho e organismos de rápida reprodução com amplo poder de dispersão como os organismos planctônicos, têm sido considerados entre os primeiros e mais sensíveis em resposta ecossistêmica a stress antropogênico (Schindler, 1987). Apesar do elevado potencial como efetivos indicadores de alterações ambientais e seu importante papel na transferência de energia e ciclagem de nutrientes em ecossistemas aquáticos, as assembleias de zooplâncton não são usadas amplamente como indicadores de impacto dos ecossistemas (Stemberger & Lazorchak, 1994).

Algumas espécies do zooplâncton são conhecidas como bioindicadoras das condições da água de ambientes aquáticos, como por exemplo os rotíferos *Brachionus plicatilis*, *Synchaeta bicornis*, *Asplanchna brightwelli*, *B. angularis*, *B. falcatus*, *Filinia terminalis*, *Polyarthra remata* (Attayde & Bozelli, 1998) e *Acartia tonsa* (Bednarski & Morales-Ramirez, 2004), mostrando que a comunidade zooplanctônica pode ser utilizada como um bom indicador de variados impactos em ambientes aquáticos, incluindo os costeiros. O estudo do zooplâncton pode ajudar no monitoramento dos efeitos poluidores de despejos domésticos e industriais (Martins *et al.* 2006), pois esses organismos possuem grande sensibilidade ambiental e respondem a diversos tipos de impactos, tanto pela alteração na sua quantidade como na composição e diversidade da comunidade (Martins *et al.* 2006). Em pesquisas com impactos ambientais em ambientes aquáticos, o conhecimento do zooplâncton é fundamental, pois além de ser um elo importante na transferência de energia na rede

trófica, responde também rapidamente às modificações ambientais, sendo excelentes bioindicadores (Galdino *et al.* 2007).

Diante do exposto levantamos a hipóteses de que a densidade zooplanctônica das espécies mais sensíveis deverá apresentar diferentes respostas, tanto quanto conforme a quantidade de matéria orgânica que é depositada nas margens dos diferentes compartimentos do CELMM, como em associações com as variáveis ambientais.

O gradiente de poluição para analisar as mudanças nas variáveis físico-químicas, as mudanças nas densidades do zooplâncton, a relação entre estas, e o índice de estado trófico do CELMM foi estabelecido com base em três critérios de seleção: (a) número de coliformes fecais por 100 ml da amostra (indicador de poluição de águas por esgoto urbano) e a classificação da água salobra; (b) o número de habitantes/km² e a porcentagem de esgotamento sanitário inadequado; e (c) o tipo de matriz da paisagem onde está inserida a margem do corpo d'água estudado.

Foram propostos três objetivos:

1. Verificar se há diferenças nos fatores físicos e químicos da água, e nas densidades dos organismos zooplanctônicos sob um gradiente de poluição antrópica por matéria orgânica em compartimentos (um canal conector e duas lagoas costeiras) do CELMM, nas estações seca e chuvosa.
2. Identificar se o gradiente de poluição afeta o índice trófico das áreas estudadas do CELMM.
3. Identificar se existem relações entre as espécies de zooplâncton e as variáveis ambientais das áreas estudadas do CELMM, nas estações seca e chuvosa.

Metodologia

Área de estudo

O estudo foi realizado em um complexo estuarino lagunar denominado Mundaú - Manguaba (CELMM) que está situado no estado de Alagoas, NE- Brasil (9°35'S a 9°45'S e 35°44'W a 35°58'W), e é composto pelas lagoas Mundaú (27 km²), Manguaba (42 km²) e por canais conectores (12 km²) (Figura 1) (ANA, 2004). A área possui clima tropical úmido com cerca de 1.654 mm de precipitação anual; ela compreende as bacias hidrográficas do rio Mundaú (4.126 km²) na lagoa Mundaú; rio Paraíba do Meio (3.157 km²) e rio Sumaúma (372 km²) na lagoa Manguaba, sendo a área total da bacia de 7.655 km². As estações do ano são estabelecidas pela periodicidade

Conclusões

Em síntese, à luz dos resultados obtidos, podemos afirmar que tanto as características limnológicas como a densidade da comunidade zooplancônica em diferentes escalas, estão sendo afetadas negativamente pelo despejo de esgoto doméstico (não tratado), e também pelos processos hidrodinâmicos do Complexo Lagunar Estuarino, como o efeito de tamponamento da maré, o tempo de residência das águas, e o regime de precipitação.

Dando resposta às três perguntas formuladas, concluímos:

1. Existem diferenças nos fatores físicos e químicos da água, pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade, profundidade, salinidade e clorofila-a, sob o gradiente de poluição antrópica. Existem diferenças nos fatores físicos e químicos da água, pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade, sob a escala temporal. Existem diferenças nas densidades dos estágios Copepodito e Copepoda; e nas seis espécies que compõem a comunidade, sob o gradiente de poluição antrópica. Existem diferenças nas densidades dos estágios náuplio pequeno, Copepodito e Copepoda; e nos copépodes, cf. *Apocyclops* e *Calanoida* sp1; e nos cladóceros, *M. minuta* e *C. cornuta*, sob a escala temporal.

2. O gradiente de poluição antrópica afeta o nível trófico das lagoas que compõem o CELMM, a área menos impactada pela eutrofização é a A1 devido a processos hidrodinâmicos do sistema.

3. Na estação seca houve associação entre: o oxigênio dissolvido e as espécies *B. calyciflorus* e cf. *Apocyclops*; a temperatura e *M. minuta* e *C. cornuta*; a condutividade e as espécies *B. plicatilis* e *Calanoida* sp1. Na estação chuvosa houve associação entre: a condutividade e a salinidade e as espécies *B. calyciflorus* e cf. *Apocyclops*; a temperatura e a clorofila-a e as espécies *B. plicatilis* e *Calanoida* sp1.

Finalmente, sugerimos que as escalas fase de desenvolvimento e espécie, permitem detectar as alterações de origem antrópico (eutrofização artificial) ou natural (gradiente de salinidade por influência da maré). Encontramos dois grupos de resposta às alterações:

- Os organismos tolerantes às alterações (Copepodito, Copepoda adulto, *B. plicatilis* e *B. calyciflorus*).

- Os organismos mais sensíveis às alterações (cf. *Apocyclops*, *Calanoida* sp1, *Moina minuta*, e *Cerodaphnia cornuta*).

Referências bibliográficas

- Allison, R., Chiew, F. & McMahon, T. (1997). Stormwater gross pollutants: industry report. Clayton, Cooperative research centre for catchment hydrology. 26 p.
- ANA (Agência Nacional de Águas). (2004). Elaboração do Plano de Ações e Gestão Integrada do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM). Brasília. Agência Nacional de Águas. 99 p.
- ANA (Agência Nacional de Águas). (2006). Plano de Ações e Gestão Integrada do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM). Brasília. Agência Nacional de Águas. 41 p.
- Anon, S. (1958). Symposium on the Classification of Brackish Waters. *Archive of Oceanography and Limnology*, 11, 8-14.
- Anton-Pardo, M. & Armengol, X. (2012). Effects of salinity and water temporality on zooplankton community in coastal Mediterranean ponds, Estuarine. *Coastal and Shelf Science*, 114, 93-99.
- Arcifa, M. S., M. S. M. Castilho & J. P. Carmouze. (1994). Composition et évolution du zooplankton dans une lagune tropicale (Brésil) au cours d'une période marquée par une mortalité de poissons. *Revue d'Hydrobiologie tropical*, 27(3), 251-263.
- Arora, H.C. (1966). Rotifera as indicators of trophic nature of environments. *Hydrobiologia*, 27(1-2), 146-159.
- Attayde, J. L., & Bozelli, R. L. (1998). Assessing the indicator properties of zooplankton assemblages to disturbance gradients by canonical correspondence analysis. *Canadian Journal Fish Aquatic Science*, 55(8), 1789-1797.
- Bednarski, M., & Morales-Ramirez, A. (2004). Composition, abundance and distribution of macrozooplankton in Culebra Bay, Gulf of Papagayo, Pacific coast of Costa Rica and its value as bioindicator of pollution. *Revista de Biologia Tropical*, 52(2), 105-119.
- Berzins, B., & Pjeler, B. (1989). Rotifer occurrence and trophic degree. *Hydrobiologia*, vol. 182(2), 171-180.
- Bianchi, T. S. (2007). *Biochemistry of estuaries*. New York. Oxford University Press. 706 p.
- Boxshall, G. A. & Defaye, D. (2008). Global diversity of Copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 195-207.

Branco, C. W. C., Kozlowsky-Suzuki, B., & Esteves, F. A. (2007). Environmental changes and zooplankton temporal and spatial variation in a disturbed Brazilian coastal lagoon. *Brazilian Journal of Biology*, 67(2), 251-262.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 5. fev. 2018.

Callisto, M., Moretti, M., & Goulart, M. (2001). Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(1), 71-82.

Campos, O., Ramirez, V., & Barbosa, V. (2000). Qualidade das águas no Complexo Mundaú-Manguaba. In: Normande, E. (Org.) Apoio à proteção ambiental em Alagoas uma experiência de cooperação técnica: Projeto SEPLAN/IMA/GTZ. Maceió, PressColor. p. 80-95.

Cano, R., Ráudez, S., & Hokker, E. (2004). The natural of *Apocyclops panamensis* at a shrimp farm on the Pacific Coast of Nicaragua. *Zoological Studies*, 43(2), 344-349.

Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22 (2), 361-369.

Castilho-Noll, M. S. M., & Arcifa, M. S. (2000). Production of the rotifer *Brachionus plicatilis* (Ploimida: Brachionidae) in a Brazilian coastal lagoon. *Revista de Biologia Tropical*, 48(4), 859-865.

Castilho-Noll, M. S. M., Câmara, C. F., Chicone, M. F., Shibata, É. H., & Stephan, L. R. (2012). Copepods (Crustacea, Maxillopoda) from shallow reservoirs. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24(2), 149-159.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). (2014). Norma Técnica L5.306, Determinação de Clorofila-a e Feofitina-a: método espectrofotométrico. 14 p.

Costa, T. L. F., Araújo, M. P., Knoppers, B. A., & Carreira, R. S. (2011). Sources and distribution of particulate organic matter of a tropical estuarine-lagoon system from NE Brazil as indicated by lipid biomarkers. *Aquatic Geochemistry*, 17(1), 1-19.

Cotovicz Jr. L. C., Brandini, N., Knoppers, B. A., Landim de Souza, W. F., & Medeiros, P. P. R. (2012). Comparação de modelos e índices para avaliação do estado trófico do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba, (AL). *Goechimica Brasiliensis*, 26 (1), 7-18.

de Brito Jr. A. N., Fragoso Jr. C. R., & Larson, M. (2018). Tidal exchange in a choked coastal lagoon: A study of Mundaú lagoon in Northeastern Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 17, 133–142.

Dhanapathi, M. V. S. S. S. (1977). Studies on the distribution of *Brachionus calyciflorus* in India. *Archiv für Hydrobiologie–BeiheftErgebnisse der Limnologie*, 8, 226-229.

Epp, R., & Winston, P. W. (1977). Osmotic regulation in the brackish water rotifer *Brachionus plicatilis* (Müller). *Journal of Experimental Biology*, 68, 151-156.

Eskinazi-Sain´ Anna, E. M., & Tundisi, J. G. (1996). Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 44(1), 23-33.

Esteves, F. A. (1998). *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro. Interciência. 602 p.

Freire, M. M.; Santos, V. G.; Ginuino, I. S. F., & Arias, A. R. A. (2008). Biomarcadores na avaliação da saúde ambiental dos ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis*, 12(3), 347-354.

Galdino, T. S., Gusmão, L. M. O. S., Neumann-Leitão, S., Silva, T. A., Schwamborn, R., & Oliveira, G. C. (2007). Zooplâncton como indicador da qualidade ambiental nas desembocaduras norte e sul do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, Brasil. In: Sociedade de Ecologia do Brasil (Ed.) *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*. Caxambu, Sociedade de Ecologia do Brasil. p. 1-2.

Gómez-Márquez, J., Peña-Mendoza, B., Guzmán-Santiago, J. & Gallardo-Pineda, V. (2013). Composición, abundancia del zooplancton y calidad de agua en un microreservatorio en el estado de Morelos. *Hidrobiológica*, 23(2), 227-240.

Greenwald, G.M., & Hurlbert, S.H. (1993). Microcosm analysis of salinity effects on coastal lagoon plankton assemblages. *Hydrobiologia*, 267(1-3), 307–335.

IMA (Instituto do Meio Ambiente) Estado de Alagoas. (2015). Disponível em: <<http://www.ima.al.gov.br/ima-monitora-o-complexo-estuarino-lagunar-mundau-manguba/>> Acesso em: 12. abr. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2010). Alagoas. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama>> Acesso em: 4. fev. 2018.

Juras, I. da A. G. M. (2012). *Ecossistemas costeiros e marinhos: Ameaças e legislação nacional aplicável*. Brasília. Câmara dos Deputados, Consultora Legislativa da Área XI, Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial, Desenvolvimento Urbano e Regional. 47 p.

Kaminski, S. M., Bersano, J. G. F., & Amaral, W. J. A. (2009). Efeitos da salinidade e dieta alimentar sobre os copépodes *Pseudodiaptomus richardi* e *Notodiaptomus incompositus* em estudos de laboratório. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 13(1), 25-36.

- Kanaujia, D. (1980). Instar duration, instar number, egg production and longevity in *Ceriodaphnia cornuta* Sars at two temperature ranges. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 79, 441-445.
- Kjørboe, T., & Sabatini, M. (1995). Scaling of fecundity, growth and development in marine planktonic copepods. [Marine Ecology Progress Series](#), 120, 285-298.
- Kjerfve, B., & Magill, K. E. (1989). Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. *Marine Geology*, 88(3-4), 187–199.
- Kremen, C. (1992). Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications*, 2(2), 203-217.
- Lamparelli, M. C. (2004). Graus de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo. São Paulo. 338 p.
- Legendre, P. & Legendre, L. (1998). *Numerical ecology*. Amsterdam. Elsevier. 853 p.
- Lira, L., Zapata, M. C., Falcão, I. M. de M., & Oliveira Jr., A. V. de. (1978). Material em suspensão, temperatura e salinidade no estuário do Rio Mamucaba, PE. Pernambuco, *Caderno Ômega*, 2(1), 97-116.
- Lopes, M. J. S. (2002). Diversidade e abundância da comunidade zooplanctônica no Rio Anil, São Luís (MA), Brasil. *Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia*. __, __.
- Magalhães, C., Teixeira, C., Teixeira, R., Machado, A., Azevedo, I., & Bordalo, A. A. (2008). Dinâmica del carbono y nitrógeno orgánico disueltos en el estuario del Duero, Portugal. *Ciências Marinas*, 34(3), 271–282.
- Martins, P. A. L., Lopes, S. M. J., & Melo, O. D. (2006). Zooplâncton como bioindicador da qualidade ambiental no estuário do Rio Anil, São Luís, Maranhão. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, 19(1), 51-60.
- Matsumura-Tundisi T., Tundisi J., & Tavares, L. (1984). Diel migration and vertical distribution of Cladocera in lake D'Helvecio. *Hydrobiologia*, 113(1), 299-306.
- Matsumura-Tundisi, T., & Tundisi, J. G. (2003). Calanoida (Copepoda) species composition changes in the reservoirs os Sao Paulo State (Brazil) in the last twenty years. *Hydrobiologia* 504(1-2), 215-222.

Mauchline, J. (1998). *Advances in marine biology: the biology of calanoid copepods*. London. Academic press. 710 p.

Meirinho, P. do A., & Pompêo, M. (2015). Histórico de estudos sobre a comunidade zooplancônica do reservatório Rio Grande ao longo do tempo e sua heterogeneidade espacial. In: Pompêo, M., Moschini-Carlos, V., Nishimura, P.Y., da Silva, S.C., & Doval, J.C.L. (Orgs.) *Ecologia de reservatórios e interfaces*. Instituto de Biociências IB/USP, São Paulo. p. 59-71.

Melão, M. G. G. 1999. Desenvolvimento e aspectos reprodutivos dos cladóceros e copépodos de águas continentais brasileiras. In: Pompêo, M. L. M. (Ed.) *Perspectivas na Limnologia do Brasil*. São Luís, Gráfica e Editora União. p 1-13.

Melo-Magalhães, E. M.; Medeiros, P. R. P., Lira, M. C. A., Koenig, M. L., & Moura, A. N. (2009). Determination of eutrophic areas in Mundaú/Manguaba lagoons, Alagoas-Brazil, through studies of the phytoplanktonic community. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2): 271-280.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). (2010). *Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil*. Brasília. MMA. 152 p.

Naime, R., & Fagundes, R. (2005). Controle da qualidade da água do Arroio Portão, Portão, RS. *Pesquisas em Geociências*, 32(1), 27-35.

Nusch, E. A. (1980). Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Archiv für Hydrobiologie—Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 14(1), 14-36.

Odum, E. P. (1988). *Fundamentos de ecologia*. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian. 927 p.

Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Henry, M., Stevens, H. & Wagner, H. (2012). *Community Ecology Package*, Package 'vegan'. Disponível em: <<https://cran.r-project.org>> Acesso em: 12. ago. 2017.

Oliveira, A. M., & Kjerfve, B. (1993). Environmental Responses of a Tropical Coastal Lagoon System to Hydrological Variability: Mundaú-Manguaba, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 37, 575-591.

Perbiche-Neves, G., Nogueira, M. G., Oliveira, P., & Serafim-Junior, M. (2014). Sobre alguns Atributos Ecológicos de Copépodos (Crustacea) Planctônicos de dois reservatórios profundos. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 18(1), 1-8.

Pereira, G. M. D. C. (2016). Avaliação da concordância dos principais testes utilizados para comparação de curvas de sobrevivência por meio de simulações. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 80 p.

Prado, R. B. (1999). Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: estudo no médio rio Pardo – SP (período de 1985 a 1997). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Carlos. 209 p.

Rao, K. R., & Mohan, P. C. (1977). Rotifers as indicators of pollution. *Current Science*, 46(6), 190-190.

Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton rotifers. *Limnology and Oceanography, Binnengewässer Supplement*, 26(1), 1-126.

Saksena, D. N. (1987). Rotifers as indicators of water quality. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 15(5), 481-485.

Saksena, D. N., & Kulkarni, N. (1986). On the rotifer fauna of two sewage channels in Gwalior. *Limnologica*, 17, 139-148.

Sendacz, S., Caleffi, S. & 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.

Schindler, D. W. (1987). Detecting ecosystem responses to anthropogenic stress. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44(1), 6-25.

Silva, D. F., Silva, D. F., & Sousa, F. A. S. (2008). Degradação ambiental, ocupação irregular e manejo sustentável no Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba, Estado de Alagoas (AL). *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 5(3), 152-170.

Silva, S. A., Gama, J. A. S., Callado, N. H., & de Souza, V. C. B. (2017). Saneamento básico e saúde pública na Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió, Alagoas. *Engenharia Sanitaria Ambiental*, 22(4), 699-709.

Silva, D. F., & Souza, A. B. (2013). Detecção de tendências climáticas no estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 6(3), 442-455.

Sládeček, V. (1983). Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*, 100(19), 169-201.

Soares, M. C. S., Lüring, M., & Huszar, V. L. M. (2010). Responses of the rotifer *Brachionus calyciflorus* to two tropical toxic cyanobacteria (*Cylindrospermopsis raciborskii* and *Microcystis*

aeruginosa) in pure and mixed diets with green algae. *Journal of Plankton Research*, 32(7), 999-1008.

Soulé, M. E. (1990). The onslaught of alien species and other challenges in the coming decades. *Conservation Biology*, 4(3), 233-240.

Stemberger, R. S., & Lazorchak, J. M. (1994). Zooplankton assemblage responses to disturbance gradients. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51, 2435-2447.

ter Braak, C. J. F., & Šmilauer, P. (2002).: CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination. New York, Microcomputer Power. 500 p.

Thurman, E.M., & Malcom, R.L. (1981). Preparative isolation of aquatic humic substances. *Environmental Science and Technology*, 15(4), 463–466.

Tundisi, J. G., & Matsumura-Tundisi, T. (2008). *Limnologia*. São Paulo. Oficina de textos. 632 p.

Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T., Henry, R., Rocha, O., & Hino, K. (1988). Comparações do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo: eutrofização e manejo, pp. 165-204. In: Tundisi, J.G. (Org.). *Limnologia e manejo de represas*. São Carlos. Série Monografias em Limnologia, EESC-USP/CRHEA/ACIESP. 506 p.

Vieira, A. C. B., Medeiros, A. M. A., Ribeiro, L. L., & Crispim, M. C. (2011). Population of *Moina minuta* Hansen (1899), *Ceriodaphnia cornuta* Sars (1886), and *Diaphanosoma spinulosum* Herbst (1967) (Crustacea: Branchiopoda) in different nutrients (N and P) concentration ranges. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 23(1), 48-56.

Villas, M., & Banderali, M. (2013). Como e porque medir a condutividade elétrica com sondas multiparâmetros? Disponível em: <<https://www.agsolve.com.br/dicas-e-solucoes/como-eporque-medir-a-condutividade-eletrica-com-sondas-multiparametros>> Acesso em: 10. fev. 2018.

Vitousek, P. M., Mooney, H. A., & Luchenko, J. M. (1997). Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499.

von Sperling, M. (1996). *Princípios básicos do tratamento de esgotos*. Belo Horizonte, DESA-UFMG. 211 p.

von Sperling, M. (2005). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 452 p.

Walker, K. F. (1981). A synopsis of ecological information on the saline lake rotifer *Brachionus plicatilis* Müller 1786. *Hydrobiologia*, 81, 159-167.

Wilkins, H. (1972). Untersuchungen über das vorkommen planktischer rotatorien in stadtgewässern und ihre beziehung zur saprobie. *Mitteilungen aus den Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 68, 1-20.

Yañes-Arancibia, A. (1987). Lagunas costeras y estuários: cronologia, critérios y conceptos para uma clasificación ecológica de sistemas costeiros. *Academia de Ciências de São Paulo*, 54(3), 1-36.