

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DISTRIBUIÇÃO ZOOPLÂNCTON EM UM ESTUÁRIO TROPICAL

Lauriston Emmanoel Barros Soares ¹
Maysa do Nascimento Fidelis ²
André Luiz Machado Pessanha ³

RESUMO

O zooplâncton está disponível nos estuários, fazendo parte da base da cadeia alimentar aquática, na forma de recurso alimentar para os níveis tróficos superiores. Esses organismos possuem uma ampla distribuição ao longo do estuário, variando de acordo com as especificidades fisiológicas de cada táxon. A comunidade zooplancônica do estuário do Rio Paraíba do Norte foi estudada ao longo de três zonas estuarinas durante o ano de 2018 a fim de verificar a influência das variáveis ambientais na distribuição do zooplâncton. O zooplâncton foi coletado no canal principal em arrastos horizontais através de uma rede de plâncton cônico-cilíndrica. Foram registrados 42 táxons ao longo do estuário, apresentando correlações com as variáveis ambientais. Cinco variáveis foram selecionadas pelo modelo, no qual a salinidade juntamente com o fósforo total foram as duas principais variáveis responsáveis pela distribuição do zooplâncton. A salinidade juntamente com a altura da maré apresentaram maiores correlações com a zona inferior e com os táxons Cirripedia, Gammaridae, Caprellidae, Penaeidae, Larva de Polychaeta e Larva de Teleostei; enquanto o fósforo total, pluviosidade e transparência apresentaram maiores correlações com a zona superior e com os táxons Harpacticoida, Luciferidae, Protozoa de Luciferidae, Cladocera, Tintinnida, Ácaro, Rotifera, Larva de Bivalvia, Trematoda e Chaetognata. Isso demonstra como esse conjunto de parâmetros ambientais funciona como barreiras ecológicas, limitando a permanência de alguns táxons em determinados locais. Esses filtros ambientais são importantes na estruturação das comunidades estuarinas e o zooplâncton atua como bio-indicador da qualidade da água, sendo utilizados para prever alterações ambientais provocadas por distúrbios humanos.

PALAVRAS-CHAVE: Zooplâncton estuarino; comunidades planctônicas; parâmetros ambientais.

INTRODUÇÃO

Os estuários são ecossistemas costeiros dinâmicos de transição entre ambientes fluviais e marinhos que sofrem influência ação do regime das marés (SCHETTINI 2002). Esses ecossistemas são extremamente produtivos, fornecendo uma variedade de recursos alimentares e um ambiente, que por possuir muitas vezes uma extensa vegetação de mangue, é utilizado por inúmeras espécies de vertebrados e invertebrados pelágicos como áreas de refúgio, alimentação, berçário e reprodução (PAIVA; CHAVES; ARAUJO 2008). As regiões estuarinas são amplamente utilizadas pelas comunidades de peixes e invertebrados pelágicos,

¹Graduando do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, lauristonsoares@hotmail.com;

²Graduando pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, maysafidelis08@gmail.com;

³ Professor orientador: Doutor, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, andrepephanhauepb@gmail.com.

como o zooplâncton, que se beneficiam dessas áreas por possuir um habitat ideal para o estabelecimento dessas comunidades (PAIVA; CHAVES; ARAUJO 2008).

Dentro da biodiversidade encontrada nos sistemas estuarinos, o plâncton faz parte da base da cadeia alimentar pelágica e é constituído pelas microalgas (fitoplâncton) e pequenos animais pelágicos (zooplâncton) (SANTANA et al 2018). Os organismos do zooplâncton podem ser subdivididos de acordo com o tempo de permanência no sistema pelágico estuarino em organismos holoplanctônicos e meroplanctônicos, no qual o primeiro compreende os organismos que passam todo o seu ciclo de vida na coluna de água e o segundo, os que permanecem no sistema pelágico apenas em um estágio do seu ciclo de vida, migrando para outras áreas costeiras ou outros estratos do sistema aquático para completar o seu ciclo de vida (SANTANA et al 2019). Além disso, os copépodes constituem os principais componentes do zooplâncton, apresentando grande importância na escala ecológica, sendo indispensável para a manutenção e sobrevivência de organismos superiores como as espécies de peixes zooplanctívoros, bem como para os estágios larvais de muitas espécies de peixes, que dependem exclusivamente do zooplâncton como recurso alimentar primário (ROSE et al 2019).

A sobrevivência, desenvolvimento e reprodução das comunidades que possuem o zooplâncton como recurso alimentar dependem distribuição e disponibilidade desses organismos no ambiente estuarino (SHEAVES et al., 2015; MOURA et al., 2016). A distribuição desses organismos no estuário é influenciada pelos processos hidrológicos, pelas variações dos parâmetros ambientais como salinidade, clorofila, transparência, temperatura, oxigênio dissolvido, como também pelas interações bióticas no gradiente estuarino (predação e competição), podendo variar também no espaço e no tempo (ALVES et al., 2016; DAVID et al., 2016). A sensibilidade do zooplâncton às flutuações ambientais caracterizam esse grupo como organismos capazes de indicar as condições e qualidade do ecossistema ao qual está inserido (MOURA et al., 2016). Estudos desenvolvidos a longo prazo, vem demonstrando que as espécies do zooplâncton podem variar no sistema aquático de acordo com as suas tolerâncias específicas aos parâmetros ambientais, onde Cyclopoida e Cladocera são táxons que apresentam maior abundância em ambientes eutrofizados, sendo assim, indicadores de qualidade da água (SILVA-DANTAS et al., 2013).

Globalmente, os estuários estão entre os habitats costeiros mais antropizados, provocados por atividades de carcinicultura, sobrepesca, desenvolvimento da agricultura, atividades portuárias e urbanização (DOLBETH et al., 2016). Esses fatores antrópicos

influenciam de maneira direta a produtividade e quantidade do zooplâncton estuarino disponível (SANTOS et al., 2009). O declínio da riqueza das espécies de zooplâncton também está totalmente relacionada com eutrofização dos ecossistemas, modificando as relações existentes nas teias alimentares estuarinas e consequentemente comprometendo o fluxo energético nesses ambientes (SANTANA et al., 2019). Além disso, a entrada de efluentes no corpo hídrico, provenientes do adensamento populacional no entorno, alteram as quantidades e proporções dos nutrientes no ecossistema estuarino, modificando a estruturação das comunidades e trazendo consequências adversas para o ecossistema (SANTOS et al 2009; HOANG et al., 2018).

A estrutura da comunidade zooplanctônica é uma ferramenta de estudo utilizada para verificar a qualidade ecológica dos ecossistemas estuarinos, variando a sua densidade e riqueza mediante os impactos provocados pela ação antrópica, e influenciando na sua disponibilidade para os níveis tróficos superiores (ALVES et al., 2016; MACIEL; ALMEIDA 2018). A partir disso, este trabalho surge com intuito de testar a hipótese de que a pressão antrópica (concentração de P e N) irá afetar a estrutura da comunidade zooplanctônica. Assim, a sensibilidade do zooplâncton às alterações ambientais auxiliam na compreensão de como os organismos respondem frente as mudanças ambientais, principalmente provocadas por atividades antrópicas, buscando medidas de gestão e conservação de ecossistemas costeiros.

METODOLOGIA

O estuário do Rio Paraíba do Norte está situado na porção leste do estado da Paraíba no Nordeste do Brasil, localizado entre os municípios de Cabedelo, Lucena, João Pessoa, Santa Rita e Bayeux. Este estuário faz parte da planície flúvio marinha formada pelo Rio Paraíba do Norte e seus afluentes, envolvendo uma área de aproximadamente 260 km². O clima da região é do tipo equatorial com verão seco, apresentando estações demarcadas em período chuvoso (fevereiro a julho) e período da seca (agosto a janeiro). No entorno do estuário existe uma série de atividades antrópicas como a carcinicultura, atividades portuárias, cultivo de cana de açúcar e pesca artesanal que contribuem para o impacto desse ecossistema, além da descarga de efluentes provenientes dessas cidades (DOLBETH et al., 2016; ARAÚJO; BEZERRA, 2017; SANTANA et al., 2018; TEIXEIRA et al., 2019).

Para o estudo, o estuário foi dividido zonas de acordo com o gradiente salino: zona superior, intermediária e inferior, sendo a superior apresentando menor salinidade e a inferior apresentando maior salinidade, mais próxima à foz. As amostragens foram realizadas durante

o ano de 2018 em três excursões nos meses do período chuvoso (abril a junho) e três nos meses do período da seca (setembro a novembro). O zooplâncton foi coletado através de arrastos de subsuperfície com duração de cinco minutos, utilizando uma rede de plâncton cônico-cilíndrico acoplada a um fluxômetro na entrada da rede a fim de quantificar o volume de água filtrada.

Em cada arrasto foram aferidos parâmetros ambientais: salinidade, temperatura da água (°C), profundidade (m) e transparência (cm). A profundidade foi utilizada para relação com a transparência através de uma razão: profundidade ÷ transparência x 100. Os dados de pluviosidade e amplitude de marés foram retirados do site da AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) e das Tábuas de Maré disponibilizadas pela Marinha do Brasil, respectivamente. Além disso, em cada ponto amostral foram coletadas amostras de água para posterior determinação das concentrações do fósforo total ($\mu\text{g/l}$) e estimar a biomassa algal através da clorofila *a* ($\mu\text{g/l}$).

Todas as amostras foram conservadas em formol 4% para posteriormente serem triadas em laboratório. As amostras foram homogeneizadas e coradas com corante rosa bengala e os organismos do zooplâncton foram contados e identificados ao menor nível taxonômico possível através dos trabalhos desenvolvidos por Balech (1988), Boltovsky (1999) e Foissner et al. (1999) com auxílio de microscópio estereoscópio.

Para entender a variação dos parâmetros ambientais foram realizados Box-plots pelo programa estatístico Rstudio 3.5.0 e além disso, foram calculadas a Frequência de Ocorrência (FO%) e Percentagem Numérica (N%) para os organismos do zooplâncton, na escala espaço-temporal. Para testar as diferenças das variáveis ambientais, da riqueza e densidade do zooplâncton foram realizadas a Análise Permutacional Multivariada de Variância (PERMANOVA) com 9999 permutações pelo do pacote estatístico PRIMER v6 + PERMANOVA. Para essas análises, dois fatores foram utilizados: espacial (zona superior, zona intermediária e zona inferior) e temporal (período chuvoso e período da seca).

Os dados dos fatores ambientais foram transformados em Log (x+1), enquanto os dados de densidade dos organismos do zooplâncton por raiz quadrada. Após a transformação foram construídas matrizes de similaridade utilizando a distância Euclidiana e a de Bray-Curtis, para os fatores ambientais e de densidade, respectivamente. Para a PERMANOVA univariada foi utilizada a matriz de similaridade utilizando a distância Euclidiana. Para as variáveis ambientais foi realizado um teste de colinearidade através do Draftsman plot, utilizando um nível de corte de $>0,7$ para considerar duas variáveis colineares.

Para verificar a influência das variáveis ambientais na distribuição do zooplâncton, foi utilizado o Modelo de Regressão Linear Baseado em Distância (DistLM) (McARDLE; ANDERSON, 2001). Para esta análise, os dados foram transformados em dados de presença e ausência, utilizando a medida de similaridade de Jaccard (VALENTIN, 1995). Foi utilizado o método de seleção “Best” e o Critério de Informação Akaike 30 (AIC) para selecionar o modelo final. Posteriormente, foi utilizada a análise de redundância baseada em distância (dbRDA) (McARDLE; ANDERSON, 2001).

DESENVOLVIMENTO

Os estuários são ecossistemas encontrados entre o rio e mar, e por isso, esses ambientes apresentam flutuações nas suas características físicas e químicas em pequena escala espaço-temporal, influenciada principalmente pelas variações nas salinidades provenientes da intrusão salina, pelo regime pluviométrico da região, oxigênio dissolvido, produção primária, entre outras (DAVID et al., 2016; ARAÚJO et al., 2017). Esse conjunto de parâmetros desempenha o papel de filtros ecológicos que estruturam as comunidades estuarinas e como consequência, afetam suas distribuições, com os animais que utilizam esses ambientes adaptados a tolerar essa ampla variação das condições ambientais ou serem específicos de alguma área no ecossistema estuarino (SELLESLAGH et al., 2012).

Os fatores abióticos estão em constante mudanças nos sistemas estuarinos, e isso ocorre por múltiplos processos naturais que envolvem as mudanças no ciclo das marés, nas mudanças de temperatura e precipitação, como também é influenciado pelo aumento da eutrofização e pelo estresse antropogênico (VIEIRA et al., 2015). Os ecossistemas estuarinos estão intimamente ligados com uma série de atividades humanas e econômicas, que intensificam-se cada vez mais, promovendo uma modificação na composição e estrutura das comunidades locais (DOLBETH et al., 2016; ARAÚJO et al., 2017). Trabalhos envolvendo zooplâncton e alterações ambientais, indicam que essas alterações podem manifestar mudanças no indivíduo, na população ou a nível de comunidade, relacionadas a redução da riqueza de espécies, biomassa, densidade e diversidade local, comprometendo a transferência de energia no ambiente pelágico (RICE; DAM; STEWART, 2015 , ARAÚJO et al., 2017).

Os estudos de estruturação de comunidades desempenham um papel importante na conservação, buscando compreender através de modelos biológicos os padrões e processos que ocorrem nesses ecossistemas, oferecendo subsídios para alternativas de gestão ambiental. Devido a sua plasticidade fenotípica e adaptações evolutivas, o zooplâncton atua como

bioindicador das condições da qualidade da água e das alterações climáticas (MOURA et al., 2016). Essas características enfatizam a importância de se estudar os padrões de estruturação das comunidades zooplancônicas estuarinas, a fim de compreender a variabilidade da distribuição dos organismos na dinâmica estuarina para prever alterações ambientais. Em vista disso, este trabalho busca compreender como os parâmetros ambientais influencia na distribuição do zooplâncton nos dois períodos (chuvoso/seca).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis ambientais apresentaram diferenças significativas espacialmente (Pseudo- $F_{2,200} = 24,422$; $p = 0,0001$) e temporalmente (Pseudo- $F_{1,200} = 66,946$; $p = 0,0001$) durante o período de estudo, de acordo com a PERMANOVA. Apenas a clorofila *a* não apresentou diferenças significativas entre períodos e a altura da maré não apresentou diferenças significativas entre períodos e entre zonas.

Os valores do fósforo total foram maiores no período da seca e na zona intermediária, enquanto os menores valores foram observados na zona inferior para ambos os períodos. A salinidade sempre obteve os maiores valores no período da seca e na zona inferior, devido a proximidade com foz, enquanto as menores salinidades foram presentes na zona superior. A transparência e temperatura também foram maiores no período da seca, tendo em vista que a escassez de chuvas promove uma menor turbidez do ambiente e nesse período há o aumento da temperatura, sendo encontradas as maiores transparências na zona intermediária e menores na zona inferior; já as maiores temperaturas foram observadas na zona inferior e as menores na zona intermediária. Os maiores valores de clorofila *a* estiveram maior relacionados com o período chuvoso, devido a maior pluviosidade, e com a zona superior do estuário. A pluviosidade demarcou bem os períodos, no qual os maiores valores foram encontrados durante o mês de abril, já no período de seca o valor mínimo encontrado foi no mês de novembro.

Um total de 42 taxa pertencentes ao zooplâncton foram registrados ao longo do estuário do rio Paraíba. A maior riqueza encontrada foi no período da seca, apresentando 10,12 táxons, já no período da chuva a riqueza foi de 9,58 táxons. A zona intermediária apresentou menor riqueza em relação às outras zonas em ambos os períodos, com 8,48 na chuva e 8,90 na seca, entretanto, essa zona apresentou as maiores densidades do zooplâncton. Os resultados do teste PERMANOVA realizado para verificar as diferenças na riqueza não apresentou diferenças significativas ($p > 0.05$) entre períodos e zonas, já a densidade do

zooplâncton não apresentou diferenças significativas entre períodos (Pseudo- $F_{1,200} = 1,9581$, $P = 0,06$), mas somente entre as zonas (Pseudo- $F_{4,200} = 6,2976$, $P = 0,0001$). As maiores densidades e menores riquezas encontradas na zona intermediária foram fortemente correlacionadas com os maiores valores de fósforo total, corroborando com a hipótese levantada, indicando que tal condicionante ambiental está influenciando nas modificações na estrutura do zooplâncton.

Dentre estes táxons, os que apresentaram maior densidade total e que contribuíram acima de 1% de percentagem numérica total foram: Calanoida (20,79%), Tintinnida (19,14%), Cladocera (18,91%) e Rotifera (14,47%). Os táxons que obtiveram maior frequência de ocorrência (>60%) nas três zonas estuarinas, na chuva foram Calanoida, Cyclopoida e Nauplio de Copepoda, já no período da seca, os táxons mais frequentes foram Calanoida, Cyclopoida e Nauplio de Copepoda. Calanoida e Cyclopoida foram os dois táxons responsáveis pela grande densidade na zona intermediária, apresentando uma dominância em relação aos outros táxons. Diferenças nas densidades dos táxons de maior percentagem numérica foram observadas entre as zonas e os períodos (PERMANOVA, $p < 0,05$).

A Análise do Modelo Linear Baseado em Distância (DistLM) apresentou as relações entre as variáveis ambientais e a distribuição do zooplâncton, no qual selecionou cinco variáveis para explicar a distribuição do zooplâncton: salinidade, pluviosidade, transparência, fósforo total e altura da maré. O eixo 1 da dbRDA apresentou 62% de explicação e uma forte separação espacial do zooplâncton. Tal resultado aponta que as características intrínsecas das zonas são muito responsáveis pela filtragem ambiental, promovendo o estabelecimento e preferência dos organismos por locais onde possam encontrar condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Alguns autores evidenciaram um padrão semelhante, no qual a escala espacial conduz a separação do zooplâncton (VIEIRA et al., 2003; MARQUES et al., 2007). Esse padrão foi associado com a disponibilidade de recursos alimentares, presença de predadores, bem como as especificidades dos táxons por determinadas áreas devido as suas capacidades osmorregulatórias (TELESH; SCHUBERT; SKARLATO, 2013; GONÇALVES et al., 2015; SALVADOR; BERSANO, 2017).

Na dbRDA, as amostras da zona inferior foram plotadas no lado esquerdo, apresentando maiores correlações com a altura da maré e salinidade, e com os táxons pertencentes ao meroplâncton que adentram as áreas estuarinas por meio da intrusão salina favorecida pela dinâmica das marés e, por isso, estão maior correlacionados com a zona inferior. A salinidade tem sido citada como um dos principais condicionantes ambientais que

atua na estruturação das comunidades em estuários (TELESH; SCHUBERT; SKARLATO, 2013).

As amostras da zona superior e intermediária foram plotadas no lado direito com correlações positivas com transparência, fósforo total e pluviosidade. Sendo Harpacticoida, Luciferidae, Protozoa de Luciferidae, Cladocera, Tintinnida, Ácaro, Rotifera, Larva de Bivalvia, Trematoda e Chaetognata, os táxons mais presentes nas zonas menos salinas, sendo observado nos representantes de Cladocera e Rotifera que são presentes em zonas mais a montante (ANTON-PARDO; ARMENGOL, 2012). Além disso, outro forte condicionante ambiental neste estudo foi o fósforo total, que apresentou maiores concentrações na zona intermediária, sendo responsável pela maior densidade e menor riqueza do zooplâncton nessa zona estuarina.

Um estudo realizado por DANTAS-SILVA (2013) indicou as relações entre as espécies de rotífera como indicador de zonas eutróficas e esse padrão pode ser observado nesta zona, tendo em vista também um aumento de rotíferos nessa zona em comparação a zona superior. O trabalho de Dolbeth et al. (2016) e Veríssimo et al. (2017) no estuário do Rio Paraíba constatou que na zona intermediária estão as maiores concentrações de nutrientes, dentre eles está o fósforo, provenientes da descarga de efluentes, das plantações de cana de açúcar e das atividades de carcinicultura no entorno do estuário.

O eixo 2 da dbRDA apresentou uma maior separação espacial, com 12% de explicação. Neste eixo, as amostras da seca foram plotadas na parte superior, obtendo maiores correlações com a altura da maré e transparência e com os táxons pertencentes a ordem Crustacea. As maiores correlações da transparência com o período da seca é possibilitada pelo menor índice pluviométrico e conseqüentemente uma menor turbidez. Essas variáveis promovem condições menos favoráveis para alguns táxons do zooplâncton estuarino, justificando menos correlações do zooplâncton nesse período. O aumento da salinidade no período da seca muitas vezes pode ser um fator estressante para alguns táxons devido às limitações nas capacidades osmorregulatórias, reduzindo a riqueza estuarina, como também, a maior transparência da água pode contribuir para a maior exposição desses organismos a predadores (NIELSEN et al., 2008; JENSEN et al., 2010).

As amostras do período chuvoso, plotadas na parte inferior, apresentaram maiores correlações com pluviosidade e fósforo total e os táxons Penaeidae, Larva de Polychaeta, Larva de Teleostei, Cladocera, Tintinnida, Ácaro, Rotifera, Larva de Bivalvia, Trematoda e Chaetognata. A pluviosidade nos ecossistemas estuarinos contribui para entrada de matéria

orgânica proveniente do continente, para a entrada de nutrientes e estimula a produção primária (TRUONG et al., 2014), assim esse período é favorável ao zooplâncton, que preda o fitoplancton.

As variáveis ambientais estão em constante mudança no sistema estuarino, apresentando diferenças espaço-temporais e fortes relações com o zooplâncton. Essas variáveis ambientais são responsáveis por moldar a distribuição das espécies, permitindo a filtragem ambiental a partir das características particulares das espécies. O conceito de filtragem ambiental tem crescido nos estudos de estruturação de comunidades (KOZAK; GOLDYN; DONDAJEWSKA, 2015; HEINO et al. 2017; PENG; XIONG; ZHAN, 2018), auxiliando na compreensão de como os organismos se comportam frente às mudanças ambientais causadas principalmente pelas atividades antrópicas.

Atualmente os ecossistemas costeiros sofrem demasiadamente os efeitos da expansão das atividades econômicas (e.g. pecuária, agricultura, carcinicultura), resultando em um acúmulo de nutrientes e metais pesados, responsáveis pela eutrofização e perda da biodiversidade (DOLBETH et al., 2016). Esses fatores contribuem para as mudanças das características ambientais dos estuários com o aumento de nutrientes e contaminantes, sendo assim responsáveis pelas alterações nos padrões de distribuição das espécies, além da limitação na dispersão e no recrutamento das espécies estuarinas (MCMANUS; WOODSON, 2012).

No sistema estuarino do rio Paraíba, houve uma substituição na contribuição das espécies ao longo do estuário, onde na zona superior foi possível observar as contribuições dos táxons de água doce, enquanto na zona inferior as maiores contribuições foram de táxons ligados a áreas mais salinas e de águas costeiras adjacentes. Em contrapartida, os copépodes Calanoida e Cyclopoida, que apresentaram maiores contribuições, ocorreram em todas as zonas e em ambos os períodos, o que normalmente tem sido apontado em estuários tropicais (ESKINAZI-SANT'ANNA; BJÖRNBERG, 2006; WILLIAMS; MUXAGATA, 2006; SALVADOR; BERSANO, 2017). Essa característica indica que ambos os táxons toleram o mesmo intervalo de condições e apresentam uma plasticidade maior que os outros táxons para tolerar as variações dos fatores químicos e físicos da água ao longo do estuário. Essa condição responde o fato das maiores densidades na zona intermediária, onde há maior concentração de fósforo total.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os filtros ambientais são importantes fatores estruturantes da comunidade zooplancônica. Nossos resultados indicaram que o aumento na concentração de nutrientes nesse ecossistema costeiro urbanizado promove um desequilíbrio ambiental, provocando alterações nas densidades e riqueza dos táxons. Dessa forma, o zooplâncton atua como uma importante ferramenta de estudo para verificar alterações ambientais provocados por distúrbios antrópicos na busca de medidas de gestão e conservação de ecossistemas costeiros.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V. E. N. et al. Do different degrees of human activity affect the diet of Brazilian silverside *Atherinella brasiliensis*?. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 2, p. 1239-1257, 2016.
- ANTON-PARDO, Maria; ARMENGOL, Xavier. Effects of salinity and water temporality on zooplankton community in coastal Mediterranean ponds. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 114, p. 93-99, 2012.
- ARAÚJO, Diandra S.; BEZERRA, Rogério S. Mapeamento dos manguezais do estuário do Rio Paraíba. *Revista Principia*, 40, 2017.
- BALECH, E., 1988. Los dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental. Publicaciones Especiales. Instituto Español de Oceanografía, 1988.
- BOLTOVSKOY, D. South Atlantic Zooplankton. Backhuys, Leiden. 1999.
- Brasileira de Recursos Hídricos, [s.l.], v. 7, n. 1, p.123-142, 2002.
- Costa *et al.*, Variabilidade Temporal do Zooplâncton no Sistema Estuarino do Rio Paracauari (Ilha do Marajó, Pará) **Tropical Oceanography**, Recife, v. 46, n. 1, p. 53-69, 2018.
- DANTAS-SILVA, Lays T.; DANTAS, E. W. Zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) e a eutrofização em reservatórios do nordeste brasileiro. **Oecologia Australis**, v. 17, n. 2, p. 53-58, 2013.
- DAVID, Valérie et al. Estuarine habitats structure zooplankton communities: implications for the pelagic trophic pathways. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 179, p. 99-111, 2016.
- DOLBETH, M. et al. Functional diversity of fish communities in two tropical estuaries subjected to anthropogenic disturbance. **Marine pollution bulletin**, v. 112, n. 1-2, p. 244-254, 2016.
- ESKINAZI-SANT'ANNA, Eneida Maria; BJÖRNBERG, Tagea Kristina Simon. Seasonal dynamics of mesozooplankton in Brazilian coastal waters. **Hydrobiologia**, v. 563, n. 1, p. 253-268, 2006.
- FOISSNER, W., BERGER, H., SCHAUMBURG, J. Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Bavary State Off. Water Manag. Munich Rep. 1 – 793, 1999.
- GONÇALVES, Dina Amanda et al. Mesozooplankton biomass and copepod estimated production in a temperate estuary (Mondego estuary): effects of processes operating at different timescales. **Zoological Studies**, v. 54, n. 1, p. 57, 2015.

HEINO, Jani et al. Metacommunity ecology meets biogeography: effects of geographical region, spatial dynamics and environmental filtering on community structure in aquatic organisms. **Oecologia**, v. 183, n. 1, p. 121-137, 2017.

HOANG, Hang Thi Thu et al. Impact of anthropogenic activities on water quality and plankton communities in the Day River (Red River Delta, Vietnam). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 190, n. 2, p. 67, 2018.

JENSEN, Elisabeth et al. Community structure and diel migration of zooplankton in shallow brackish lakes: role of salinity and predators. **Hydrobiologia**, v. 646, n. 1, p. 215-229, 2010.

KOZAK, Anna; GOŁDYN, Ryszard; DONDAJEWSKA, Renata. Phytoplankton composition and abundance in restored Maltański Reservoir under the influence of physico-chemical variables and zooplankton grazing pressure. **PLoS One**, v. 10, n. 4, p. e0124738, 2015.

MACIEL, O. L. C.; ALMEIDA, E. V. Mesozooplankton characterization surrounding anthropogenic sewage inputs in the southeastern eutrophic Brazilian estuary of Guanabara Bay. **Marine pollution bulletin**, v. 138, p. 511-519, 2018.

MARQUES, Sonia Cotrim et al. Zooplankton distribution and dynamics in a temperate shallow estuary. **Hydrobiologia**, v. 587, n. 1, p. 213-223, 2007.

McARDLE, B. H.; ANDERSON, M. J. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82 (1), 290-297, 2001.

MCMANUS, Margaret Anne; WOODSON, C. Brock. Plankton distribution and ocean dispersal. *Journal of Experimental Biology*, v. 215, n. 6, p. 1008-1016, 2012.

MOURA, Gustavo Correia et al. Seasonal and spatial shifts in copepod diets within tropical estuaries measured by fatty acid profiles. **Ecological indicators**, v. 69, p. 284-294, 2016.

NIELSEN, Daryl L. et al. From fresh to saline: a comparison of zooplankton and plant communities developing under a gradient of salinity with communities developing under constant salinity levels. **Marine and Freshwater Research**, v. 59, n. 7, p. 549-559, 2008.

O'MARA, K.; MISKIEWICZ, A.; WONG, Marian YL. Estuarine characteristics, water quality and heavy metal contamination as determinants of fish species composition in intermittently open estuaries. **Marine and Freshwater Research**, v. 68, n. 5, p. 941-953, 2017.

PAIVA, Andréa C. G. de; CHAVES, Paulo de Tarso da C.; ARAUJO, Maria E. de. Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. **Revista Brasileira de Zoologia**, [s.l.], v. 25, n. 4, p.647-661, dez. 2008.

PENG, Heng; XIONG, Wei; ZHAN, Aibin. Fine-scale environmental gradients formed by local pollutants largely impact zooplankton communities in running water ecosystems. **Aquatic Biology**, v. 27, p. 43-53, 2018.

RICE, Edward; DAM, Hans G.; STEWART, Gillian. Impact of climate change on estuarine zooplankton: surface water warming in Long Island Sound is associated with changes in copepod size and community structure. **Estuaries and coasts**, v. 38, n. 1, p. 13-23, 2015.

SALVADOR, Bianca; BERSANO, José Guilherme F. Zooplankton variability in the subtropical estuarine system of Paranaguá Bay, Brazil, in 2012 and 2013. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 199, p. 1-13, 2017.

SANTANA, Rosa Maria da Costa et al. Narrowing the gap: Phytoplankton functional diversity in two disturbed tropical estuaries. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 86, p.81-93, mar. 2018.

Santos, Tathiane Galdino dos, L M O Gusmão, Sigrid Neumann-Leitão and Aislan Galdino da Cunha. "ZOOPLÂNCTON COMO INDICADOR BIOLÓGICO DA QUALIDADE AMBIENTAL NOS ESTUÁRIOS DOS RIOS CARRAPICHO E BOTAFOGO, ITAMARACÁ - PE." (2009).

SCHETTINI, Carlos. Caracterização Física do Estuário do Rio Itajaí-açu, SC. Revista SELLESLAGH, Jonathan et al. Seasonal succession of estuarine fish, shrimps, macrozoobenthos and plankton: Physico-chemical and trophic influence. The Gironde estuary as a case study. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 112, p. 243-254, 2012.

SHEAVES, Marcus et al. True value of estuarine and coastal nurseries for fish: incorporating complexity and dynamics. **Estuaries and Coasts**, v. 38, n. 2, p. 401-414, 2015.

TEIXEIRA, Zara et al. Introducing fuzzy set theory to evaluate risk of misclassification of land cover maps to land mapping applications: Testing on coastal watersheds. **Ocean & Coastal Management**, p. 104903, 2019.

TELESH, Irena; SCHUBERT, Hendrik; SKARLATO, Sergei. Life in the salinity gradient: discovering mechanisms behind a new biodiversity pattern. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 135, p. 317-327, 2013.

TRUONG, Trinh et al. Seasonal and spatial distribution of mesozooplankton in a tropical estuary, Nha Phu, South Central Viet Nam. **Biologia**, v. 69, n. 1, p. 80-91, 2014.

VALENTIN, J.L. Agrupamento e ordenação. In Tópicos em tratamentos de dados biológicos (P.R. Peres-Neto, J.L. Valentin & F.A.S. Fernandez, eds.). **Oecologia Brasiliensis**, v. 2, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, p. 25-55, 1995.

VERÍSSIMO, Helena et al. Functional diversity of zooplankton communities in two tropical estuaries (NE Brazil) with different degrees of human-induced disturbance. **Marine environmental research**, v. 129, p. 46-56, 2017.

VIEIRA, L. R.; GUILHERMINO, L.; MORGADO, F. Zooplankton structure and dynamics in two estuaries from the Atlantic coast in relation to multi-stressors exposure. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 167, p. 347-367, 2015.

VIEIRA, Luís et al. Zooplankton distribution in a temperate estuary (Mondego estuary southern arm: Western Portugal). *Acta oecologica*, v. 24, p. S163-S173, 2003.

WILLIAMS, John Austin; MUXAGATA, Erik. The seasonal abundance and production of *Oithona nana* (Copepoda: Cyclopoida) in Southampton Water. **Journal of Plankton Research**, v. 28, n. 11, p. 1055-1065, 2006.