



DINÂMICA DA COMUNIDADE ZOOPLÂNTONICA E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO ESTUÁRIO DO RIO TIBIRI, PORÇÃO EQUATORIAL AMAZÔNICA, MARANHÃO

RAYANE SERRA ROSAS; JÁLISSON DE SOUSA ALVES; INGRID CAROLINE MOREIRA LIMA; DANIELLE STEPHANE CAMPOS SOUZA; ANDREA CHRISTINA GOMES DE AZEVEDO CUTRIM

RESUMO

A comunidade de zooplâncton ocupa uma posição estratégica e essencial para a sobrevivência da vida marinha, pois são a base da teia trófica, distribuindo os nutrientes absorvidos aos níveis superiores, também apresentam relevante importância econômica visto que são a fase inicial ou servem de alimento para a maioria dos animais de grande interesse comercial. No entanto, são organismos sensíveis às mudanças climáticas e antrópicas, fato que os tornam bioindicadores. O intuito do estudo foi avaliar a composição e distribuição do zooplâncton na zona costeira da baía de São José, Maranhão. Duas campanhas foram realizadas na região, na maré de sizígia/enchente, nos meses de outubro/2020 e abril/2021, correspondentes aos períodos de estiagem e chuvoso respectivamente, juntamente com a análise dos dados climatológicos e variáveis ambientais da água em três pontos amostrais: Porto do Quebra Pote (P1), Fundão (P2) e Porto de Tajaçuaba (P3). As amostras foram coletadas através de arrasto subsuperficial na água com o auxílio da rede de plâncton (120 µm), durante 10 minutos. Após o arrasto as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos devidamente etiquetados, fixadas em formalina a 4% e transportadas ao laboratório para análises quali-quantitativas do material biológico. Nos resultados registrados, durante os períodos de estiagem (PE) e durante o período chuvoso entre 12–15, sendo QP1 expressando maior valor, em ambos os períodos. A transparência da água foi considerada baixa apresentando variações entre 29–49cm, uma vez que as águas da ilha de São Luís contêm elevadas amplitudes de maré e grande quantidade de material particulado, devido à presença constante de manguezais. A temperatura se expressou entre 24–27°C. A biota marinha da zona costeira da baía de São José – MA, durante o estudo, foi representada por 50 táxons, distribuídos em oito filos e nove classes, tendo o filo Arthropoda, representado pela Classe Copepoda como o grupo mais representativo (66%) qualitativamente. De acordo com os índices ecológicos a comunidade apresentou, de forma geral, uma alta diversidade, equitabilidade elevada e baixa riqueza. Contudo, os três pontos amostrais apresentaram valores considerados aceitáveis de acordo com as diretrizes da Resolução CONAMA 357/05.

Palavras-chave: Biodiversidade; Costa Maranhense; Copépodes; Estuário; Plâncton.

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas acerca da composição e distribuição do zooplâncton são essenciais tanto para o conhecimento do ciclo de vida desses organismos, como para a obtenção de

informações referentes a área e período de desova de espécies de interesse comercial, pois muitos deles passam a fase inicial ou a vida inteira no plâncton. Tudo isto, tem como objetivo obter um melhor conhecimento sobre o tamanho do estoque adulto a fim de preservá-lo (Riviero, 2014).

Do mesmo modo, a comunidade de zooplâncton possui uma importância ecológica, pois atuam na ciclagem dos nutrientes, na transferência de carbono e energia absorvida a partir produtores (fitoplâncton e perifíton) para os consumidores dos níveis tróficos superiores, como peixes, mamíferos marinhos, tartarugas e outros (Leandro *et al.*, 2014).

A compreensão dos processos que criam os padrões de distribuição do zooplâncton tornou-se cada vez mais necessários diante das ameaças contínuas de destruição de habitat, poluição, invasão de espécies e mudanças climáticas, com isso, o levantamento da composição e distribuição através dos índices ecológicos auxiliam para que seja realizado diagnóstico da comunidade de zooplâncton (Robinson *et al.*, 2011).

Grandes evidências de que os impactos ecológicos, como as mudanças climáticas e as respostas da flora e da fauna, já atingem uma variedade de ecossistemas e hierarquias organizacionais, das espécies aos níveis da comunidade. Essa mudança rápida deve afetar o crescimento de plâncton com um impacto significativo em sua composição, distribuição, diversidade e abundância (Gorsky *et al.*, 2010).

A distribuição e estrutura da comunidade de zooplâncton podem ser condicionadas pelo ambiente e seus processos (físico e químico). Salinidade e disponibilidade de alimentos são os principais fatores que condicionam a dinâmica do zooplâncton, por isso se faz necessário a realização a coleta simultânea dos dados abióticos e biológicos para que se tenha uma melhor resposta do diagnóstico ambiental visto a íntima relação da comunidade com as variáveis ambientais (Medellín-Moura *et al.*, 2016).

Devido ao papel desenvolvido pela comunidade de zooplâncton, tanto no âmbito econômico quanto ecológico, além da importância do Complexo Estuarino de São José pois, são águas muito utilizadas para pesca e turismo local. A pesquisa teve como objetivo avaliar a composição e distribuição do zooplâncton na zona costeira do Complexo Estuarino de São José, Maranhão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para execução da pesquisa foram realizadas duas campanhas no povoado do Quebra Pote, sendo elas nos períodos de estiagem - PE (outubro/2020), transição - PT (janeiro/2021) e chuvoso - PC (abril/2021) durante a maré de sizígia, em três pontos amostrais (QP1 – Porto do Quebra Pote, QP2 – Fundão, QP3 – Porto do Tajaçuaba). As variáveis ambientais da água foram mensuradas *in situ* através do refratômetro (salinidade), disco de Secchi (transparência da água) e da sonda multiparamétrica (temperatura, potencial hidrogeniônico e oxigênio dissolvido). Além dos dados de pluviosidade obtidos por meio do site do INMET (<https://portal.inmet.gov.br/>) e a verificação da tábua de maré por meio da DHN (<https://www.marinha.mil.br/dhn/>).

As coletas do material biológico foram realizadas utilizando a rede de arrasto de zooplâncton, cônico-cilíndrica de malha de 120 µm, através dos arrastos horizontais e subsuperficiais na coluna d'água durante 10 minutos, com o fluxômetro acoplado para verificar o volume de água filtrada, posteriormente as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos devidamente etiquetados e fixadas no formol a 4%. No laboratório foram realizadas as análises qualitativas em que as amostras foram depositadas em um Becker, homogeneizadas e transferidas para placas de Petri, onde foi feita a triagem e os organismos identificados com o auxílio do estereomicroscópio (ZEISS), utilizando-se os sistemas de classificação descritos por Björnberg (1981), Boltovskoy (1999), Bradford *et al.* (1999) e

Bonecker (2006).

A análise quantitativa foi realizada sob microscopia óptica em aumento de 400x, pela contagem de, no mínimo, 200 indivíduos em câmara Sedgewick-Rafter (1mL) de sub-amostras obtidas com pipeta graduada (Pinto-Coelho, 2007; Cetesb, 2012).

Quanto aos índices ecológicos, o índice de constância leva em consideração os números nas quais cada táxon ocorreu e o número total de amostras analisadas. Para o cálculo da diversidade específica (H'), o índice de Shannon (1948) será utilizado com os valores em bits.cel^{-1} . Levando-se em conta que 1 bit equivale a uma unidade de informação e a diversidade específica varia de 1,0 a 3,0 bits.cel^{-1} .

A equitabilidade (J), também denominada de índice de uniformidade, será calculada segundo Shannon (1948), os valores da equitabilidade variam de 0 a 1. Quanto mais próximo de 0 (zero), mais baixa será a equitabilidade. Acima de 0,5 indica uma alta equitabilidade, e ao se aproximar de 1, mais bem distribuída estarão as espécies indicando uma elevada equitabilidade. O cálculo da riqueza de espécies, utilizará-se a equação proposta por Margalef (1958). Valores de riqueza maiores de 5,0 indicam grande riqueza de espécies e menores que 5,0 baixas riqueza de espécies (Valentin *et al.*, 1991). Os índices foram calculados com o auxílio do pacote estatístico Past. 4.12.

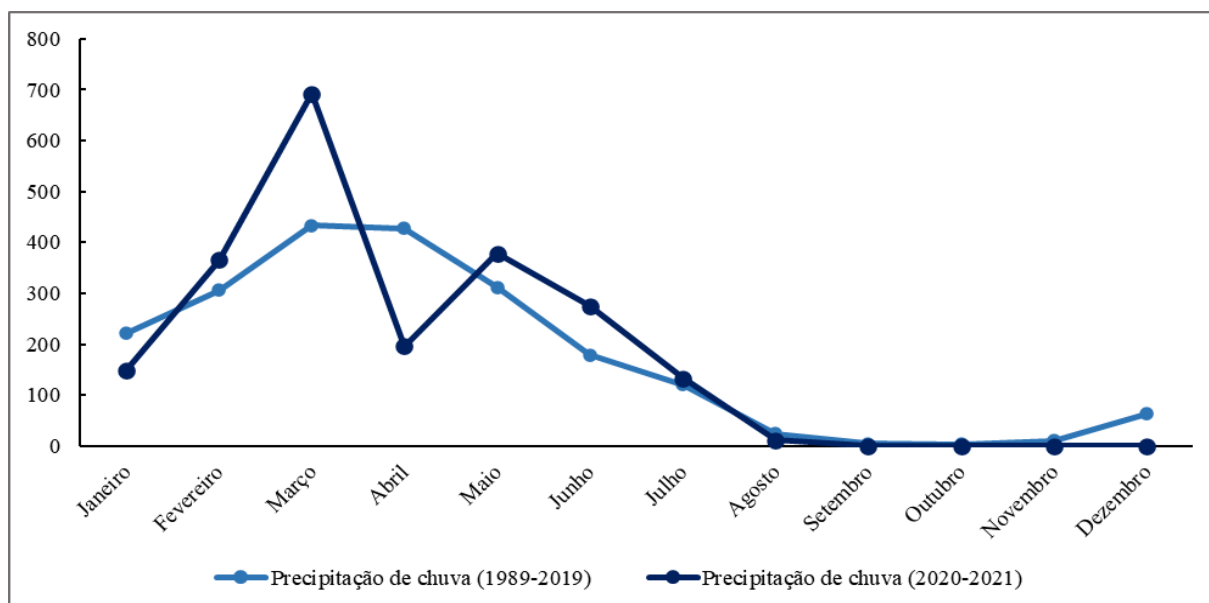
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pluviosidade expressou que o ano de 2020 totalizou uma taxa pluviométrica 2.390,5mm, sendo que os meses de janeiro a abril se apresentaram com as taxas mais elevadas, variando entre 435,2mm – 657,8mm, representando o período chuvoso da região. Entretanto, nos meses de setembro a dezembro, expressaram ausência de chuva (Fig. 1).

Vale ressaltar que o mês de maio se apresentou com ausência de chuva durante o ano de 2020, sofrendo um declínio de 361,5 mm com relação à média anual histórica. Fato este, que se apresenta de forma adversa sendo o mês em questão faz parte do conjunto de meses que equivalem ao período chuvoso na região, sendo assim caracterizado como um indício das alterações climáticas advindas da influência que as ações antrópicas exercem sobre o ambiente.

Pois, durante o último meio século, a pressão das ações humanas no oceano tem sido substancial, resultando num aumento significativo de impactos cumulativos sobre os ecossistemas marinhos e costeiros (Halpern *et al.*, 2008; Halpern *et al.*, 2019). As alterações climáticas podem ser definidas como “a mudança no estado do clima, sendo esta perceptível através das variações na média e/ou na variabilidade das suas propriedades, as quais vão persistir num período extenso, tipicamente décadas ou além” (Hurtado, 2020).

Figura 1 – Média histórica de precipitação pluviométrica mensal (dos últimos 30 anos), precipitação pluviométrica mensal do ano de 2020 até julho de 2021.



Fonte: INMET (2021)

Com relação às variáveis ambientais, durante o PE a salinidade variou entre 25 – 30, durante o período chuvoso entre 12 – 15 (Fig. 2). Onde em ambos os períodos sazonais o P1 se expressou com as taxas mais altas, fato que pode ser explicado por conta de está situado em frente à desembocadura do rio Tibiri, Complexo Estuarino de São José.

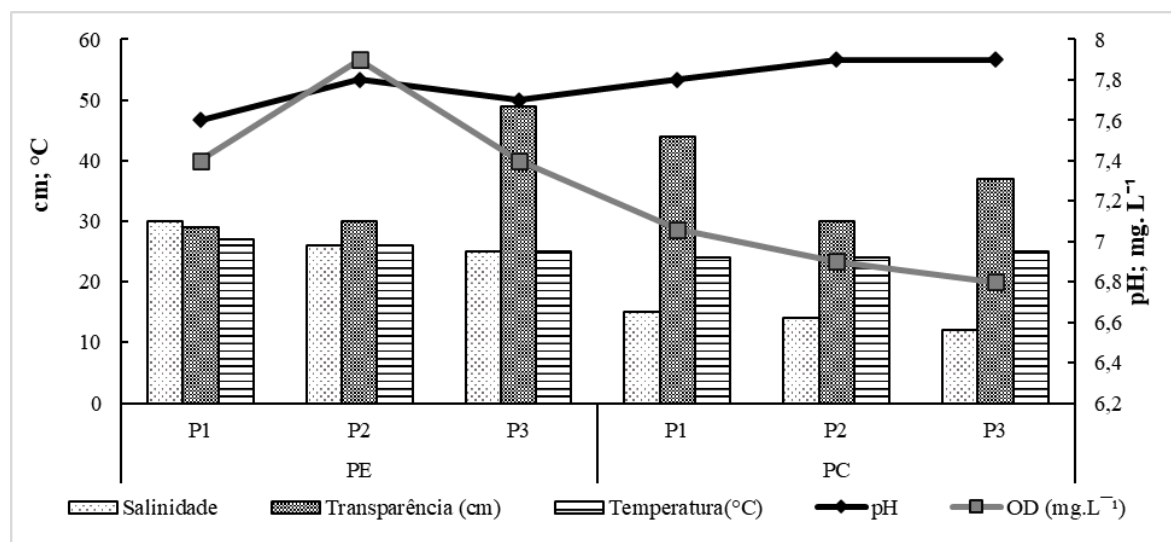
Segundo Silva e Conceição (2011), isso decorre da baixa circulação das águas estuarinas e pela presença de água mais densa provenientes da baía de São José, que importam constantemente água salgada para o seu interior, favorecendo os processos de evaporação e a salinização deste sistema.

Com relação à transparência da água, no PE os pontos P1 e P2 se apresentaram equivalentes, variando entre 29cm – 30cm. Porém, no PC se expressa um aumento significativo de ambos os pontos amostrais (P1 – 44cm; P2 – 30cm), conforme observado na figura 2.

Além disso, o ponto QP3 apresentou uma brusca variação, entre os períodos sazonais, PE – 49cm e PC – 37cm, confirmando a influência da chuva na transparência da água, pois, dilui a grande quantidade de material orgânico presente nas águas dos rios.

Essa conclusão também foi encontrada no trabalho de Rosas *et al.* (2019) no estuário de São José de Ribamar (MA), em que ambos, foram trabalhos realizados com dados coletados durante estes períodos sazonais.

Figura 2 – Parâmetros abióticos analisados nos pontos amostrais (P1, P2, P3), durante o período de estiagem (PE) e chuvoso (PC), no bairro do Quebra Pote – MA.



Fonte: Elaboração própria (2021)

Este índice se expressou da seguinte forma, os pontos amostrais permaneceram equivalentes durante todo o estudo, variando entre 24°C – 27°C, sofrendo um pequeno declínio nas taxas durante o PC, porém justificável pela presença das chuvas (Fig. 2). O pH nos três pontos amostrais (P1, P2, P3) se expressou entre 7,6 – 7,9 tanto no período PE, como no PC. Durante o PE os valores variaram entre 7,4 mg.L⁻¹ – 7,9 mg.L⁻¹, havendo um aumento durante o PC variando entre 6,8 mg.L⁻¹ – 7,1 mg.L⁻¹. Vale ressaltar que as taxas ao serem comparadas entre os pontos amostrais, o ponto QP2 apresentou o maior índice no PE, porém durante o PC os pontos amostrais se apresentaram equivalentes.

Nas amostras biológicas que foram coletadas durante períodos sazonais PE e PC, foi possível a identificação de 50 táxons, divididos em oito filos e nove classes. Sendo o filo Arthropoda o mais representado qualitativamente pela classe Copepoda.

De acordo com Amaral; Nalin (2011), a classe Copepoda pertence ao filo dos Arthropoda, grupo dos crustáceos, e é encontrado em praticamente todos os ambientes aquáticos e úmidos. Com comprimento podendo variar de 0,5 a 6,0 mm.

A distribuição espacial é outro fator que confirma a predominância dos artrópodes (66%) da comunidade de zooplâncton durante todo o período de estudo confirmando a diversidade de espécies representativas no meio planctônico, seguido do filo Ciliophora representado por 10% das espécies identificadas, já os demais filos se apresentaram variando entre 2% - 4%.

O Índice de Diversidade das espécies encontradas se mostrou durante o PE, variando de 1,68 – 2,57 bits.ind⁻¹, sendo que o ponto QP1 apresentou uma média diversidade e os demais pontos (P2 e P3) apresentaram uma baixa diversidade. Com relação ao PC se observou variando entre 2,39 – 2,67 bits.ind⁻¹, apresentando uma média diversidade nos três pontos amostrais. Como mostra a figura 10.

Em bacias com ocupação predominantemente urbana, o enriquecimento por nutrientes é uma das principais causas de degradação da água. Estimula o crescimento de algas ou plantas aquáticas que poderão desequilibrar a oferta de oxigênio dissolvido, reduzindo a diversidade biológica (BOLLMANN; MARQUES, 2006). Podendo assim explicar a baixa diversidade nos pontos P2 e P3, por serem próximas ao Porto de Tajaçuaba, ou seja, próximo a ocupação urbana (PE e PC).

A Equitabilidade, expressou durante o PE valores próximos de 1, entre 0,53 – 0,72, no entanto apresentou uma elevada equitabilidade. Ademais, durante o PC, houve um acréscimo demonstrando uma homogeneização ainda maior da comunidade de zooplâncton, com valores

que variaram entre 0,79 – 0,88.

Com relação à Riqueza, no PE se apresentou da seguinte forma, 3,49 – 5,49 apresentando uma grande riqueza no ponto amostral P1, e uma baixa nos demais pontos (P2 e P3) dentro da comunidade estudada.

4 CONCLUSÃO

Desta forma, se pôde observar as variações dos parâmetros abióticos quando comparados entre pontos amostrais e os períodos sazonais que se referem às coletas já realizadas nesta pesquisa (PE – período de estiagem; PC – período chuvoso).

Foram identificados 50 táxons, divididos em 8 filos, sendo o filo Arthropoda o mais representativo (66%), qualitativamente, pela classe Copepoda pelo fato de possuir um grande número de representantes em diversos ambientes.

Os índices ecológicos apresentaram um ambiente com poucos impactos para a comunidade de zooplâncton, porém vale ressaltar que por ser uma área com uma certa movimentação de atividade pesqueira, deve-se ter uma atenção para que no futuro os impactos antrópicos não possam afetar de forma significativa a biota da região.

Quando comparamos os pontos amostrais e os períodos sazonais, os dados obtidos durante o estudo, tanto abióticos quanto biológicos, se apresentaram equivalentes com poucas variações e dentro das taxas consideradas normais e boas condições para os organismos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. **Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil**. Campinas, SP: UNICAMP/IB, 2011.

AZEVEDO-CUTRIM, Andrea Christina Gomes de. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônicas no Golfão Maranhense – Brasil**. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2008. p. 147.

GORSKY, G.; OHMAN, M.D.; PICHERAL, M. Digital zooplankton image analysis using the ZooScan integrated analysis system. **Journal of Plankton Research**, v. 32, n. 3, p. 285-303, 2010. ISSN 0142-7873.

HALPERN, Benjamin; FRAZIER, Melanie; AFFLERBACH, Jamie; LOWNDES, Julia; MICHELI, Fiorenza; O'HARA, Casey; SCARBOROUGH, Courtney; SELKOE, Kimberly. Recent pace of change in human impact on the world's ocean. **Scientific Reports**. v. 9, n. 11609, 2019.

HALPERN, Benjamin; WALBRIDGE, Shaun; SELKOE, Kimberly; KAPPEL, Carrie; MICHELI, Fiorenza; D'AGROSA, Catherine. A global map of human impact on marine ecosystems. **Science Reports**. v. 319, n. 80, p. 948-52. 2008.

HURTADO, Sara García-Morales. **Análise comparativa de diferentes abordagens operacionais para a adaptação do ordenamento do espaço marinho às alterações climáticas**. (Mestrado em Ecologia Marinha) – Universidade de Lisboa, Portugal, 2020. p. 70.

INMET (2020). **Instituto Nacional de Meteorologia**. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>.

LEANDRO, S. M.; P. TISELIUS, S. C.; MARQUES, AVELELAS F.; C. A. S. P. CORREIA; H. QUEIROGA. Copepod production estimated by combining in situ data and specific temperature-dependent somatic growth models. **Hydrobiologia** 741(1): 139-152. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-014-1833-5>.

MEDELLÍN-MORA, Johanna; ESCRIBANO, Ruben; SCHNEIDER, Wolfgang. Resposta da comunidade do zooplâncton às mudanças oceanográficas (2002–2012) no sistema de ressurgência centro / sul do Chile. **Progress in Oceanography** , v. 142, p. 17-29, 2016.

RIVERO, I. H. The use of AARS activity as a proxy for zooplankton and ichthyoplankton growth rates. Doctoral dissertation, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2014.

ROBINSON, L.M. et al. Pushing the limits in marine species distribution modelling: lessons from the land present challenges and opportunities. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n. 1, p. 789-802, 2011. ISSN 1466-8238.

ROSAS, Rayane Serra.; ALVES, Jálisson de Sousa; NUNES, Yago Bruno Silveira; CARVALHO, Tomaz de Jesus Ferreira; PINHEIRO, Thiago Ferreira; CUTRIM, Andrea Christina Gomes de Azevedo. Distribuição da comunidade de zooplâncton na praia do Caúra, São José de Ribamar - MA. In: XXXI Seminário de Iniciação Científica (SEMIC), 2019, São Luís - MA. **Livro de Resumos - XXXI Seminário de Iniciação Científica (SEMIC)**. São Luís - MA: Editora UEMA, 2019. v. 31. p. 426-428.