

DINÂMICA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM UM ESTUÁRIO MARANHENSE, PORÇÃO EQUATORIAL AMAZÔNICA

Danielle Stephane Campos Souza^{1*}; Christyélén Campos Souza²; Jálisson de Sousa Alves¹; Rayane Serra Rosas¹; Andrea Christina Gomes de Azevedo Cutrim³

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade da UEMA; ²Graduada em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Maranhão; ³Professora Associado I, Departamento de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão *E-mail para contato: dannystephane@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os estuários mantêm uma complexa interação entre as espécies e as que conseguem lidar com as adversidades estuarinas apresentam grandes densidades. Organismos são bem adaptados às variações ambientais, que sustentam uma complexa rede trófica e contribuem para a construção do próprio estuário, diversificação de *habitats*, produção primária e secundária, fornecimento de serviços ecossistêmicos e para a preservação ou melhoria da saúde ambiental do próprio sistema. Os serviços socioeconômicos são fundamentais para o bem-estar humano, pois regulam o clima da Terra absorvendo e sequestrando o CO₂ atmosférico (PEREIRA; NETO, 2019; HERSON *et al.*, 2021).

O fitoplâncton abrange um conjunto de algas microscópicas, principalmente unicelulares, fotossintetizantes, que vivem preferencialmente na superfície das águas e, através das correntes, são transportados passivamente. Durante um ciclo anual, a composição taxonômica do fitoplâncton pode mudar devido a variações nas características físico-químicas e biológicas da coluna d'água, o que por sua vez gera flutuações na abundância total (CUNHA *et al.*, 2019; CONTRERAS, TORRES, CASTRO, 2021).

As algas unicelulares eucariontes são seres que desempenham funções bastante antagônicas, podem ser indicadores de qualidade de ambiente, dependendo da sua presença ou ausência. Eles participam da reciclagem de nutrientes numa instância global, estando presentes tanto na teia trófica, servindo de alimento para organismos mais complexos, quanto na fixação do gás carbônico pelo processo de fotossíntese (SCATOLIN *et al.*, 2022). O plâncton vem sendo utilizado como indicador ambiental por possuir um ciclo de vida curto, refletindo rapidamente às mudanças do meio e indicando o estado trófico do lugar (COSTA *et al.*, 2004).

Atualmente, a zona costeira do Maranhão tem sido caracterizada como uma das mais impactadas do Brasil (RIGHI *et al.*, 2022), isso pode ocasionar no crescimento desordenado do fitoplâncton e desequilíbrio nas regiões que dependem da sua produção primária. Diante disso, objetivou-se avaliar a relação da comunidade fitoplanctônica com as variáveis ambientais no estuário do rio Tibiri, Maranhão, pois o conhecimento dessas algas é fundamental para obter um diagnóstico e compreensão sobre os impactos que passam o ambiente. Este estudo é uma alternativa fundamental para o entendimento dos impactos que vem sofrendo o estuário, para elaboração de projetos que visam revitalizar o ecossistema impactado.

METODOLOGIA

Os dados da pesquisa foram coletados no estuário do rio Tibiri, no povoado de Quebra Pote, entre os anos de 2020 e 2021 nos períodos de estiagem - PE (outubro/2020), transição - PT (janeiro/2021) e chuvoso - PC (abril/2021), durante as marés de sizígia, durante a vazante, em três pontos amostrais (QP1 - Portinho do Quebra Pote, QP2 - Fundão e QP3 - Praia de Tajaçuba). 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/>).

O material biológico foi coletado por meio do arrasto da rede de plâncton (45 µm) na sub-superfície da água, no intervalo de 10 min em cada ponto amostral, em seguida, as amostras foram acondicionadas em garrafas plásticas e fixadas no formol a 4%. A análise qualitativa ocorreu através da confecção de dez lâminas retiradas de cada ponto, totalizando trinta lâminas por cada campanha, que foram analisadas com microscópio óptico (ZEISS) no Laboratório de Biologia Vegetal e Marinha (LBVM/UEMA), utilizando bibliografia especializada como Cunha *et al.*, (2019) para as Bacillariophyta, Gonçalves 2006) para Dinophyta, González (1996) para Chlorophyta, além do banco de dados Algaebase (GUIRY; GUIRY 2022) para a atualização dos táxons.

A análise da clorofila-a ocorreu por meio das filtragens das amostras, auxiliadas por uma bomba de sucção a vácuo, utilizando-se um sistema de filtração (Millipore), filtros de fibra de vidro Whatman GF/C (0,48 µm de porosidade e 47 mm de diâmetro) de acordo com o descrito por Strickland e Parsons (1963). Para o quantitativo, as amostras foram homogeneizadas e colocadas para sedimentar durante 24 horas, em seguida adicionado o corante rosa de bengala para que fosse possível distinguir as células vivas dos detritos, partículas do sedimento e das células mortas. As contagens das células ocorreram através da técnica de Utermöhl (FERRARIO *et al.*, 1995), utilizando-se o microscópio invertido (ZEISS Axiovert 100), em aumento de 40x, empregando-se a contagem mínima de 100 campos. Os índices de constância (DAJOZ, 1983), diversidade (SHANNON; WINNER, 1948), riqueza (MARGALEF, 1958) e equitabilidade (PIELOU, 1977) foram calculados com o auxílio do pacote estatístico Past. 4.12.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos dados abióticos, a precipitação mensal, de acordo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), apresentou um ciclo sazonal bem definido com valores registrados de janeiro a julho, sendo considerados chuvosos e nos meses de agosto a dezembro com menor taxa de pluviosidade, considerado período de estiagem. A temperatura da água no estuário do rio Tibiri apresentou-se valores de 24 e 27°C, foi constante durante o período de estudo, característica típica

de ambientes costeiros. A salinidade da água apresentou uma variação de 12 (PC) a 30 g.kg⁻¹ (PE e PT), o menor valor esteve em QP3, ponto amostral mais a montante do rio, que sofre menor influência do mar. A transparência da água apresentou-se entre 26 cm (QP2/PT) até 49 cm (QP1/PE), obteve valores mais elevados devido à falta de chuva na região. O potencial hidrogeniônico variou entre 7,6 e 7,9. A distribuição e abundância da comunidade fitoplanctônica é influenciada diretamente pela salinidade e temperatura, sendo a primeira apontada como principal controlador de seus atributos (SARGET *et al.*, 2005). O pH e oxigênio dissolvido também são variáveis importantes na avaliação da qualidade da água, pois influenciam muitos processos biológicos e químicos, e a abundância de organismos no ecossistema (MAMA *et al.*, 2021).

A composição fitoplanctônica, a partir da análise das amostras de rede, permitiu identificar 84 táxons genéricos e infragenéricos, enquadrados em quatro divisões: Bacillariophyta (86%), Miozoa (7%), Cyanophyta (5%) e Chlorophyta (2%). As diatomáceas apresentam uma ampla distribuição, ocorrendo em abundância ao longo de todo o estuário, sendo que, de acordo com Cunha *et al.* (2019), é particularmente mais abundante nas áreas costeiras e estuarinas, chegando a constituir mais de 80% do fitoplâncton coletado com rede. A distribuição espacial e temporal da clorofila-a total no estuário do rio Tibiri, obteve uma variação de 60,8 mg.m⁻³ em QP3 a 220,64 mg.m⁻³ em QP2, nos períodos de estiagem e chuvoso, respectivamente. Os valores de clorofila-a, em relação aos períodos estacionais, obteve maior concentração no período chuvoso. Com relação às frações do fitoplâncton, identificou-se que o nanofitoplâncton foi a fração mais representativa durante os períodos de coleta. O teor de clorofila-a indica que a região é bastante produtiva, pois alcançou resultados de 220,64 mg.m⁻³. De acordo com Silva *et al.* (2018), a clorofila um dos principais pigmentos responsáveis pela fotossíntese, o conhecimento de sua concentração pode dar indicações da clorofila do fitoplâncton.

A densidade fitoplanctônica apresentou variações temporais variando de 433.191,600 cels.L⁻¹ em QP3/PE a 4.572.578,00 cels.L⁻¹ em QP1/PC. A microalga mais comumente observada no período de estiagem foi a *Nitzschia* sp. com 44,4% da amostra em QP3, enquanto no período de transição a espécie mais comum foi *Melosira moniliformis* com 33,3% das amostras em QP2. Em relação ao período chuvoso, a espécie que contribuiu para os maiores valores de densidade foi a *Skeletonema costatum* com 64,2% e 89,1% das amostras em QP1 e QP3, respectivamente. O número de células aumentou durante o período chuvoso, provavelmente devido ao carreamento das chuvas para dentro do estuário, favorecendo a reprodução das microalgas. O índice de constância dos táxons, permitiu identificar o maior número de táxons enquadrados na categoria Constante (C) com 40%, seguido de Acessório (A) com 30,58%, e por último Acidental (AC) com apenas 29%. Os índices ecológicos foram caracterizados por uma comunidade fitoplanctônica com baixa diversidade em 77,7 % nos períodos estudados, uma elevada equitabilidade em 66,6% dos pontos e uma baixa riqueza de espécies, variando entre 1,162 (QP3/PC) a 4,219 (QP1/PC) conforme visto na figura 1.

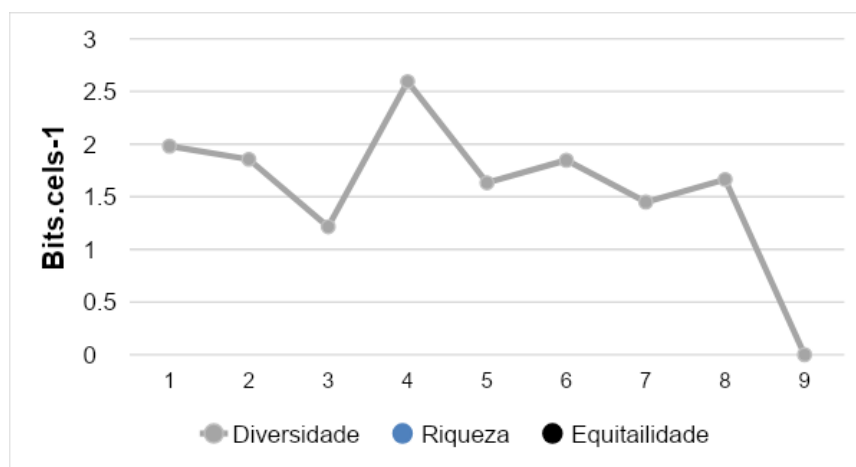


Figura 1 - Índices de diversidade específica (bits.cel⁻¹), equitabilidade e riqueza no ERT – MA.
Fonte: Autoria própria (2021)

Estudos realizados Leão *et al.*, (2008) no rio Iguarassu/PE, encontrou baixa diversidade, devido a dominância de espécies neríticas e oceânicas. O nível de complexidade da comunidade fitoplanctônica está relacionada com a diversidade de suas espécies, considerando o número de táxons e a equitabilidade, uma baixa quantidade de espécies presentes no ambiente demonstra alto grau de estresse em que o sistema está submetido (MELO-MAGALHÃES *et al.*, 2004; ZAGHLOUL *et al.*, 2020).

CONCLUSÕES

As variáveis físico-químicas das águas do estuário do rio Tibiri demonstram que a área é tipicamente tropical e estuarina com forte influência do mar e florescimento de manguezais. A composição florística do fitoplâncton esteve constituída por quatro grupos de microalgas, representadas pelas Bacillariophyta (86%), Miozoa (7%), Cyanophyta (5%) e Chlorophyta (2%). As concentrações de clorofila-a apontaram valores elevados, indicando que há uma grande quantidade de matéria orgânica no ecossistema disponível para consumo, pelas microalgas do plâncton. A densidade fitoplanctônica apresentou variações temporais, sendo maior no período chuvoso, o número de células aumentou durante o período chuvoso, provavelmente carregado pelas chuvas para dentro do estuário, favorecendo a reprodução das microalgas. Os baixos valores de riqueza de espécies, diversidade específica e equitabilidade, associados à floração no PC da espécie *Skeletonema costatum*, indicaram alta complexidade na organização da comunidade fitoplanctônica.

Fomento: CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Palavras-chave:

Microalgas; regiões estuarinas; *Skeletonema costatum*.

Referências

- CONTRERAS, L.; HENAO-CASTRO, A. L.; TORRES, V. M. Variación temporal de la composición y abundancia del fitoplancton em Ciénaga Honda, Cartagena, Colombia. **Intropica**, v. 2, n. 16, p.168-179, 2021.
- COSTA, M. F.; ARAÚJO, M. C. B.; CHAGAS, A. C. O.; SAT'ANNA JR, N.; SOUZA, S. T. Poluição marinha. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. F. (Org). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço, p. 287-317, 2004.
- CUNHA, M. G. S.; KOENING, M. L.; LEÇA, E. E.; OLIVEIRA, M. G. T. **Biodiversidade da Bacia Potiguar/RN: Fitoplâncton**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2019.
- DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Petrópolis. Vozes, 1983.
- FERRARIO, M.; SARS, E.; SALA, S. Metodologia básica para el estudio de fitoplancton com especial referência a las diatomáceas. In: ALVEAR, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; SARS, E. (Eds.). **Manual de métodos ficológicos**. Chile: Universidad de Concepción, p. 1-24, 1995.
- GONÇALVES, C. P.; PIMENTA, C. M. M.; TENENBAUM, D. R.; GOMES, E. T.; EDUARDO, J.; MENDES, M. C. Q.; MENEZES, M.; HATHERLY, M. M. F.; VIANA, S. C. **Dinoflagelados e Titinídeos da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira: guia de identificações/ organizado por Denise Rivera Tenenbaum**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006.
- GONZÁLEZ, A. C. **Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba**, 1996.
- GUIRY, M.D.; GUIRY, G.M. **AlgaeBase**. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 22 dec. 2022.
- HERSON, S. A.; CAEL, B. B.; ALLEN, S. R.; OUTKIEWICZ, S. Future phytoplankton diversity in a changing climate. **Nature communications**, n. 12, p. 5372, 2021.
- LEÃO, B. M.; PASSAVANTE, J. Z. D. O.; SILVA-CUNHA, M. D. G. G. D.; SANTIAGO, M. F. Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 711-722, 2008.
- MAMA, A. C.; BODO, W. K. A.; GHEPDEU, G. F. Y.; AJONINA, G. N.; NDAM, J. R. N. Compreensão da variação sazonal e espacial dos parâmetros de qualidade da água no estuário de mangue do rio Nyong usando análise multivariada (Costa Atlântica Sul dos Camarões). **Open Journal of Marine Science**, v. 11, n. 3, p. 103-128, 2021.
- PEREIRA, L.; NETO, J. M. Rios de Portugal – comunidades, processos e mudanças. **Estuários**. Coimbra University, cap. 16, p. 381-421, 2019.
- RIGHI, B. D. P.; ABUJAMARA, L. D.; BARCAROLLI, I. F.; JORGE, M. B.; ZEBRAL, Y. D.; COSTA, P. G.; BIANCHINI, A. Response of biomarkers to metals, hydrocarbons and organochlorine pesticides contamination in crabs (*Callinectes ornatus* and *C. bocourti*) from two tropical estuaries (São José and São Marcos bays) of the Maranhão State (northeastern Brazil). **Chemosphere**, v. 288, p. 132649, 2022.
- PIELOU, E. C. **Mathematical Ecology**. Wiley. New York, 1977.
- MARGALEF, D.R. **Information theory in ecology**. Gen. Syst. 1958. n. 3. p. 36–71.
- SHANNON C.E., WIENER W. **The mathematical theory of communication**. University of Illinois Press. Urbana. Illinois, 1963. 125 pp
- SAGERT, S.; JENSEN, D. K.; HENRIKSEN, P.; RIELING, T., SCHUBERT, H. Integrated ecological assessment of Danish Baltic Sea coastal areas by means of phytoplankton and macrophytobenthos. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 63, p.109–118, 2005.
- SCATOLIN, G. T. C.; DE SOUZA DEWE, G.; DA SILVA SOARES, J. C.; DA SILVA, L. C. A. M.; DE SOUZA, T. G.; MONTEZOL, M.; CAETANO, W. B. Diferença temporal na biodiversidade de algas dos reservatórios de água doce dos arredores de São José do Rio Claro. **Anais da motivando: feira de inovação e ciências do univag**, n. 01, 2022.
- SILVA, R. S.; DE SOUZA, A. D. S. L.; PALHETA, G. D. A.; DA COSTA, M. S. M.; DE MELO, N. F. A. C. Diversidade e biomassa fitoplanctônica em viveiro de carcinicultura marinha no estado do Pará. **Veterinária e Zootecnia**, v. 25, n. 1, p. 142-154, 2018.
- STRICKLAND, J. D.; PARSONS, T. S. A practical handbook of sea water analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa, v. 167, 2nd. ed., p. 1-205, 1963.
- ZAGHLOUL, F.A.E.R., KHAIRY, H.M., HUSSEIN, N.R. Assessment of phytoplankton community structure and water quality in the Eastern Harbor of Alexandria, Egypt. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**. 46, 145–151. 2020.