QUANTIFICAÇÃO DOS NITRITOS EM OSTRAS *CRASSOSTREA* SP. NA BAÍA DE SÃO JOSÉ – MARANHÃO – BRASIL

Myllena Monteiro Pestana[1]

Elaine Nunes da Silva Teixeira[2]

Sandra Fernanda Loureiro de Castro Nunes[3]

INTRODUÇÃO

A contaminação por compostos nitrogenados em ambientes aquáticos tem sido uma preocupação crescente devido aos seus impactos ambientais e à saúde humana (Conley *et al*., 2009; Ray; Fulweiler, 2021). O nitrito é um composto inorgânico formado por átomos de oxigênio e nitrogênio (NO^{2-}) e é amplamente utilizado como aditivo alimentar no processamento de cárneos (De Oliveira *et al*., 2017). Esse íon se origina a partir do processo de nitrificação no ciclo do nitrogênio, onde o amônio é oxidado em nitrito e posteriormente em nitrato (NO3-) por intermédio de organismos quimioautotróficos (Vieira, 2017).

Nos ambientes estuarinos, a contaminação por nitrito ocorre por diversas atividades antropogênicas, como o despejo de esgoto proveniente de áreas urbanas, resíduos industriais, práticas agrícolas e o tráfego de embarcações (Braga *et al*., 2023; Ribeiro, 2020). Essas atividades causam modificações físicas, químicas e biológicas nesses ambientes, afetando os organismos que dependem desses habitats e, consequentemente, as comunidades pesqueiras que ali residem (Ballesteros *et al*., 2016).

Em moluscos bivalves, como as ostras, a absorção e acumulação de nitrito podem servir como bioindicadores da qualidade ambiental, tornando essencial o desenvolvimento de métodos eficazes para sua quantificação. Além disso, podem ajudar a mitigar os impactos antropogênicos e contribuir para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 da ONU, promovendo a conservação e o uso sustentável dos oceanos (ONU, 2015), uma vez que se tratam de animais filtradores, que removem partículas suspensas e nutrientes em excesso no meio aquático (Kellogg *et al*., 2014).

No entanto, os métodos tradicionais para a determinação de nitrito geralmente utilizam tecidos dos organismos como matriz analítica, exigindo processos de digestão ácida que podem ser demorados e gerar resíduos químicos (Butik, *et al.*, 2018). Dessa forma torna-se necessário a busca por alternativas metodológicas que reduzam a necessidade de etapas prolongadas e simplifiquem a análise. O sobrenadante obtido das ostras pode conter compostos nitrogenados excretados ou provenientes da interação do organismo com o ambiente, o que levanta a hipótese de sua viabilidade como uma matriz alternativa para a quantificação de nitrito.

Portanto, este estudo tem como objetivo geral avaliar a viabilidade do uso do sobrenadante das ostras como matriz alternativa para a quantificação de nitrito, e como objetivos específicos: coletar os dados biométricos das ostras, analisar os parâmetros físico-químicos da água, quantificar os níveis de nitrito no sobrenadante das ostras e água do mar utilizando o método de Griess, comparar as concentrações de nitrito entra as diferentes matrizes analisadas, construir curvas de calibração para a quantificação de nitrito nas diferentes amostras e analisar por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) o sobrenadante e água do mar.

1 Dicente em Ciências Biológicas Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: myllenapestana@gmail.com

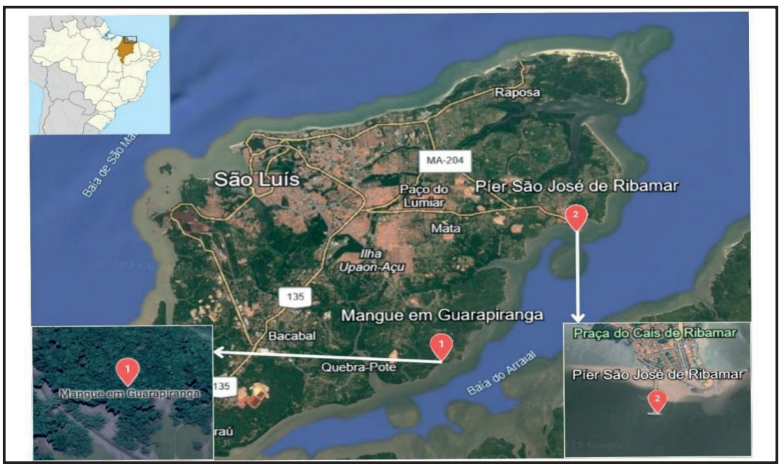
2 Mestre em Química, UFMA. E-mail: ela.nunesds@gmail.com

3 Doutora em Farmácia, Docente do Departamento de Biologia da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: sandranunes@professor.uema.br

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em dois pontos da Baía de São José, no Maranhão: Ponto 1 – Guarapiranga, caracterizado como área de menor impacto antrópico e Ponto 2 – Píer de São José de Ribamar, região fortemente urbanizada (Figura 1).

Figura 1- Mapa das áreas estudadas Baía de São José, Maranhão. Ponto 1: Mangue localizado em Guarapiranga; Ponto 2: Píer de São José de Ribamar.



Fonte: Google Maps.

Amostragem

As duas áreas neste estudo foram amostradas durante a estação seca (setembro e outubro de 2024) e estação chuvosa (fevereiro e março de 2025). Em cada área, foram realizadas duas coletas por estação, com 20 ostras em cada coleta, totalizando 160 ostras adultas da espécie *Crassostrea* sp. (Figura 2).Também foram coletados 500 mL da água do mar de cada ponto, além da leitura de parâmetros da água superficial, incluindo pH, oxigênio dissolvido (mg/L) e salinidade (mg/L) utilizando equipamentos multiparâmetros. Posteriormente, todo esse material foi armazenado e transportado para o Laboratório de Bioquímica e Ecotoxicologia (LABIOECOTOX) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) para processamento e análise.

Figura 2 - Coleta das ostras nos pontos Guarapiranga (A e B) e Píer de São José de Ribamar (C), na Baía de São José.

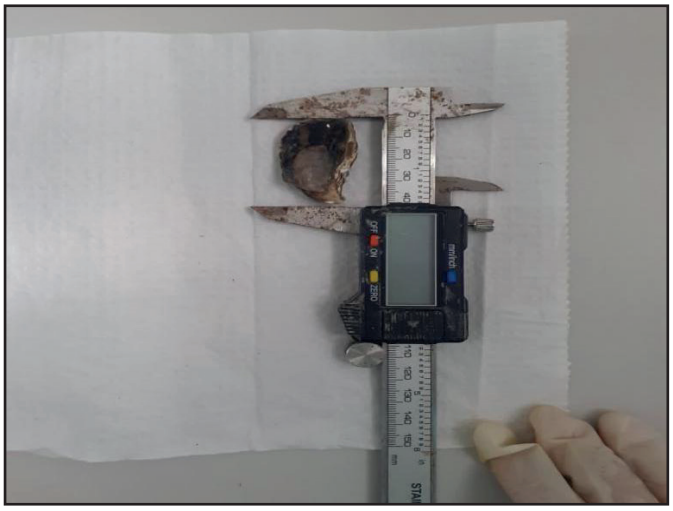


Fonte: Autora, 2025.

Biometria das ostras

No laboratório, com auxílio de um paquímetro (precisão de 0,1 cm), as ostras foram medidas para obtenção dos valores em centímetros de altura, comprimento e largura, sendo posteriormente pesados em uma balança analítica (precisão de 0,0001g). Para fins de padronização a análise de nitrito no sobrenadante das ostras foi realizada apenas em adultos com altura maior ou igual a 4 cm (Figura 3).

Figura 3- Mensuração biométrica em *Crassostrea* sp. com auxílio de um paquímetro.



Fonte: Autora, 2025

Obtenção do sobrenadante

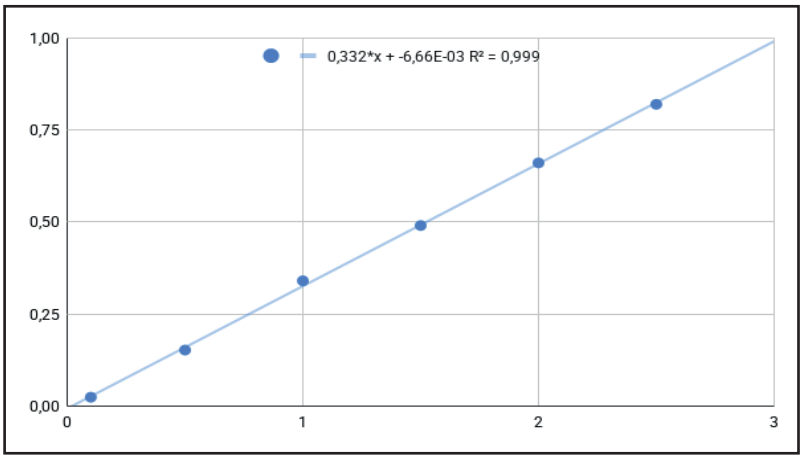
Após a mensuração biométrica, as ostras foram abertas com auxílio de uma espátula e o líquido intravalvar de cada espécime foi retirado utilizando uma pipeta automática de 1 mL. Em seguida, o líquido foi transferido para tubos eppendorf e centrifugado por 20 minutos a 13.000 rpm. Após a centrifugação, o sobrenadante foi cuidadosamente retirado para a análise, enquanto o material sólido sedimentado no fundo dos tubos foi descartado. Em seguida, as amostras foram transferidas para eppendorf identificados e armazenados em geladeira a 4 °C até a realização da quantificação dos nitritos.

Quantificação de nitrito

A quantificação dos nitritos no sobrenadante e na água do mar nos locais estudados seguiu a metodologia descrita por Green *et al.* (1982). Para isso, os reagentes de Griess foram preparados com 1% de sulfanilamida em solução de ácido fosfórico a 2,5% e 0,1% de N-(1-naftil)-etilenodiamina (NEM). Em seguida, 250 μL do reagente foram adicionados a 250 μL das amostras, que logo após foram incubadas no escuro por 10 minutos, visando obter coloração visível. Após a incubação, as leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a 540 nm.

A análise das amostras foi feita em triplicata, e as concentrações de nitrito foram expressas em mg/L. Para o tratamento dos dados, construiu-se uma curva de calibração padrão (Figura 4).

Figura 4 - Curva de calibração padrão de íons nitrito para análise do sobrenadante e água do mar obtida por regressão linear. Equação da reta: y=0,332x-0,0066. R^2 = 0,999.



Fonte: Autora, 2025.

Espectroscopia

Além da quantificação de nitrito, amostras de sobrenadante e água do mar foram submetidas à análise por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR). Os espectros de infravermelho foram registrados na Central Analítica da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus São Luís, utilizando um espectrômetro Shimadzu, modelo IR-Prestige-2. As análises foram realizadas na faixa de trabalho de 4000 a 400 cm^{-1}, com 40 varreduras e resolução de 2 cm^{-1}.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística para verificar diferenças significativas entre as concentrações de nitrito nas diferentes matrizes analisadas (sobrenadante e água do mar). Foi aplicado o teste de normalidade para determinar a distribuição dos dados. Dependendo do resultado, utilizou-se um teste paramétrico (ANOVA) ou não paramétrico (Kruskal-Wallis) para comparar os grupos, seguido do teste de comparação múltipla adequado. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise físico-química da água

Os parâmetros de pH, oxigênio dissolvido (mg/L) e salinidade (mg/L) da água coletada no Píer de São José de Ribamar estavam dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 nas duas estações. Entretanto, no ponto Guarapiranga, durante o período de estiagem, foram observados valores de pH (6,48) e oxigênio dissolvido (3,30 mg/L) abaixo do recomendado (Tabela 1). Segundo Nascimento *et al.* (2020), fatores como a maior demanda bioquímica pela biota, maior carga orgânica e as trocas gasosas no ambiente aquático podem estar associados a concentrações baixas de oxigênio dissolvido. Por outro lado a acidez observada nesse ponto pode ser atribuída à presença de ácidos fúlvicos e húmicos resultantes da degradação de matéria orgânica na água da região (Lopes; Junior Magalhães, 2010). Apesar disso, no período chuvoso, os valores encontraram-se dentro do recomendado.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos da água dos períodos de estiagem e chuvoso nos pontos: Guarapiranga e Píer de São José de Ribamar.

Parâmetros	Estiagem		Chuvoso		Valores recomendados
	GRP	**SJR**	**GRP**	**SJR**	**CONAMA N°357**
pH	6,48⋆	7,12	7,14	6,57	6,5 - 8,5
O_2 dissolvido (mg/L)	3,30⋆	5,30	5,10	6,30	Não inferior a 5
Salinidade (%)	1,72	2,48	0,88	1,33	Superior a 0,5 e inferior a 30%

GRP = Guarapiranga e **SJR** = Píer de São José de Ribamar. (⋆) Indicam resultados abaixo dos valores de referência.

Fonte: Autora, 2025.

Biometria das ostras

Observou-se um maior crescimento nos parâmetros biométricos das ostras coletadas no mangue de Guarapiranga em comparação às do Píer de São José de Ribamar, com diferenças significativas ($p < 0,05$). Essas variações podem estar relacionadas às espécies estudadas, pois, apesar de pertencerem ao mesmo gênero, podem não ser da mesma espécie. Uma análise genética detalhada poderia confirmar essa hipótese.

Os padrões de crescimento das ostras, incluindo peso, altura, largura e comprimento, apresentaram a mesma tendência cíclica nos dois locais de coleta, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Médias e desvios padrão dos parâmetros biométricos das ostras (*Crassostrea* sp.) coletadas nos pontos Guarapiranga e Cais de São José de Ribamar durante o período de estiagem (setembro e outubro de 2024) e chuvoso (fevereiro e março de 2025).

Área de estudo	**Dados biométricos**			
Estiagem	**Peso(g)**	**Altura (cm)**	**Comprimento (cm)**	**Largura (cm)**
GRP C1	42,23 ± 17,04	7,44 ± 1,06	4,93 ± 1,23	2,13 ± 0,56
GRP C2	22,43 ± 5,81	5,9 ± 0,71	3,49 ± 0,42	1,76 ± 0,21
SJR C1	8,05 ± 3,29	4,39 ± 0,25	2,76 ± 0,45	1,42 ± 0,37
SJR C2	5,56 ± 2,41	4,22 ± 0,34	2,34 ± 0,44	1,05 ± 0,40
Chuvoso				
GRP 3	27,53 ± 11,02	6,27 ± 0,90	3,51 ± 0,52	1,74 ± 0,50
GRP 4	24,80 ± 14,27	6,13 ± 1,27	3,60 ± 0,86	1,58 ± 0,39
SJR 3	12,34 ± 2,79	5 ± 0,53	2,85 ± 0,43	1,38 ± 0,34
SJR 4	9,83 ± 1,71	4,69 ± 0,33	2,80 ± 0,39	1,34 ± 0,22

GRP C1: Guarapiranga coleta realizada em setembro; **GRP C2**:Guarapiranga coleta realizada em outubro; **SJR C1:** Cais de São José de Ribamar coleta realizada em setembro; **SJR C2:** Cais de São José de Ribamar coleta realizada em outubro. **GRP C3**: Guarapiranga coleta realizada em fevereiro; **GRP C4**:Guarapiranga coleta realizada em março; **SJR C3:** Cais de São José de Ribamar coleta realizada em fevereiro; **SJR C4:** Cais de São José de Ribamar coleta realizada em março.

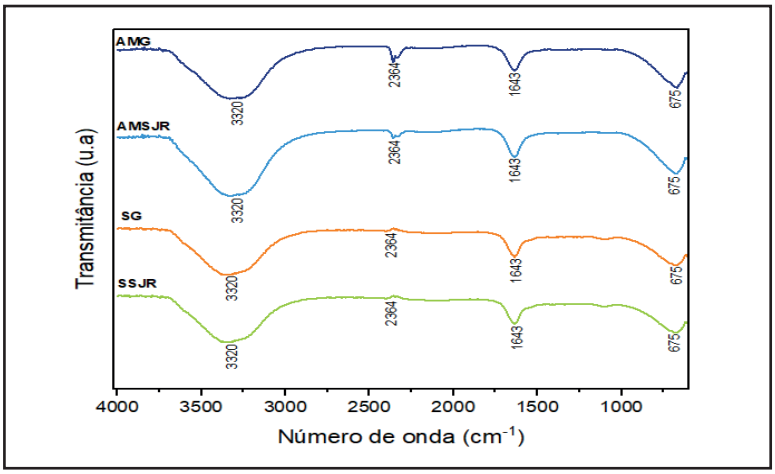
Fonte: Autora, 2025.

Esses resultados evidenciam uma tendência sazonal de variação no crescimento, com maiores valores em setembro, seguidos de queda em outubro, aumento em fevereiro e nova redução em março. Apesar de Guarapiranga apresentar valores ligeiramente inferiores ao ideal em alguns parâmetros físico-químicos da água (pH e oxigênio dissolvido), o padrão temporal observado foi consistente com o registrado no Píer de São José de Ribamar, onde as condições da água permaneceram dentro da faixa considerada adequada, sugerindo que a variação no crescimento pode refletir processos biológicos naturais do ciclo das ostras, como o ciclo reprodutivo, em que o aumento de peso está associado ao desenvolvimento das gônadas, com maturação dos gametas. Por outro lado, o esvaziamento dessa estrutura pode resultar na diminuição do peso dos organismos (Santana; Medeiros, 2020).

Espectroscopia na região do infravermelho com trnsformada de Fourier (FTIR)

Além disso, foram realizadas análises por espectroscopia no infravermelho para verificar possíveis diferenças na composição química das amostras. Os espectros obtidos (Figura 5) para a água do mar e para o sobrenadante apresentaram padrões semelhantes, com bandas características da composição da água (Patty; Loupatty; Sopalauw, 2017), o que indica que não houve alterações químicas significativas na matriz aquosa após a filtração pelas ostras. Ambas as amostras apresentam uma banda de absorção ampla em 3320 cm^{-1}, atribuída à vibração de estiramento da ligação O-H, característica da água. A banda em 2364 cm^{-1} pode estar relacionada à vibração de estiramento assimétrico da ligação O=C=O, correspondente ao CO^2 dissolvido na água do mar. Além disso, observa-se uma banda em 1643 cm^{-1}, atribuída à vibração de flexão da ligação H-O-H. Por fim, a banda em 675 cm^{-1} pode estar associada à presença de íons dissolvidos, como sulfatos ($SO^{4^{2-}}$) ou cloretos (Cl^-), ambos comuns na água do mar. Os espectros indicam que tanto a água do mar quanto o sobrenadante das ostras apresentam uma estrutura química semelhante, podendo ser uma excelente matriz para a identificação de possíveis contaminações, uma vez que as ostras atuam como filtradoras da água do mar.

Figura 5 - Espectros de infravermelho do AMG: água do mar Guarapiranga; AMSJR: água do mar São José de Ribamar; SG: sobrenadante Guarapiranga; e SSJR: sobrenadante São José de Ribamar.

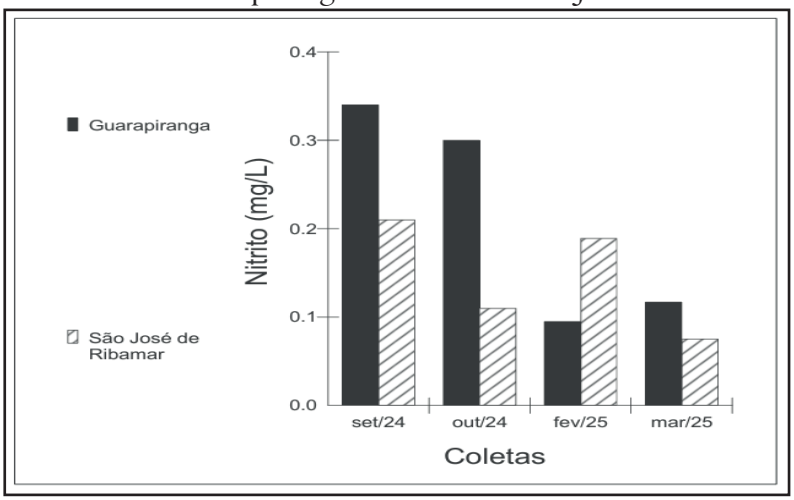


Fonte: Autora, 2025.

Quantificação de nitrito

A Figura 6 apresenta os dados referentes a quantificação de nitrito nos 2 pontos de coleta durante o período de estiagem nos meses de setembro e outubro de 2024 e no período chuvoso nos meses de fevereiro e março de 2025 no sobrenadante das ostras *Crassostrea* sp.

Figura 6- Concentração de nitrito no sobrenadante das ostras coletadas no período de estiagem e chuvoso em Guarapiranga e no Píer de São José de Ribamar.



Fonte: Autora, 2025.

Em relação ao sobrenadante, observou-se que as ostras coletadas no mangue de Guarapiranga apresentaram maiores valores de nitrito durante o período de estiagem, com 0,34 ± 0,27 mg/L em setembro e 0,30 ± 0,26 mg/L em outubro. No entanto, durante a estação chuvosa, verificou-se uma redução de 66,67% na concentração de nitrito em fevereiro (0,10 ± 0,03 mg/L) em relação à última coleta do período anterior. Na coleta seguinte, em março, a concentração aumentou para 0,12 ± 0,05 mg/L. A análise estatística indicou diferença significativa entre o período de estiagem e chuvoso ($p < 0,05$). Os teores de nitrito observados no ponto de coleta Píer de São José de Ribamar foram, de modo geral, menores, que os registrados em Guarapiranga. Durante a estiagem, as concentrações foram de 0,21 ± 0,21 mg/L em setembro e 0,11 ± 0,19 mg/L em outubro. Já na estação chuvosa, os valores corresponderam a 0,19 ± 0,04 mg/L em fevereiro e 0,08 ± 0,02 mg/L em março. A análise estatística não indicou diferenças significativas entre Guarapiranga e o Píer de São José de Ribamar

De modo geral, observou-se uma tendência de redução nos teores de nitrito nos dois pontos de estudo, da estação seca para a estação chuvosa. Considerando a primeira e a última coleta de cada período, em Guarapiranga a diminuição foi de 64,71%, enquanto em São José de Ribamar a redução foi de 61,90%. Essa variação sugere uma possível diminuição da carga de compostos nitrogenados na região, embora os valores ainda permaneçam acima do limite estabelecido pelo CONAMA para água salobras (≤ 0,07 mg/L).

No estudo realizado por Castro (2024), as concentrações de nitrito no sobrenadante das ostras, tanto no período de estiagem quanto no chuvoso, estavam acima dos valores determinados pelo CONAMA. No presente estudo, essa ultrapassagem também foi verificada em ambos os pontos de coleta (Guarapiranga e São José de Ribamar), com as maiores concentrações do íon nitrito registradas durante a estação seca. De acordo com a autora, esse fenômeno ocorre porque, nesse período, a menor diluição dos poluentes favorece a concentração e o acúmulo de matéria orgânica, além de resultar em maior volume de sobrenadante nas ostras. O Brasil ainda não possui uma regulamentação específica que defina os valores mínimos aceitáveis desse composto em animais, nós estimamos que concentrações de nitrito até 0,3 mg/L no sobrenadante das ostras podem ser considerados aceitáveis para consumo humano.

Esse conjunto de compostos orgânicos, oriundos de fontes biogênicas e antrópicas, desempenha um papel importante nos ecossistemas marinhos, regulando os níveis de oxigênio dissolvido e promovendo a reciclagem de nutrientes. Em Guarapiranga, verificou-se que os maiores valores de nitrito durante o período de estiagem coincidiram com menores valores de pH (3,30) e O^2 (6,48 mg/L). Estudos de Helder e De Vries (1983) com bactérias nitrificantes do estuário Ems-Dollard demonstram que a oxidação de nitrito e amônia é dependente da

disponibilidade de oxigênio, sendo inibida quando os níveis de O^2 caem abaixo de 95 μmol/L para nitrito. Esses resultados indicam que a limitação de oxigênio nos sedimentos pode contribuir para o acúmulo de nitrito na água, sugerindo uma relação direta entre a concentração de nitrito e a disponibilidade de oxigênio (Helder; De Vries, 1983).

Em relação à quantificação de nitrito na água do mar, as amostras coletadas nos pontos de estudo apresentaram valores inferiores ao limite de detecção do método analítico utilizado neste estudo, não sendo possível sua quantificação, exceto nas duas coletas realizadas no Píer de São José de Ribamar durante a estação chuvosa que apresentaram, 0,08 mg/L (fev./2025) e 0,06 mg/L (mar/2025), onde a concentração em fevereiro estava acima do valor recomendado pela CONAMA. Este resultado corrobora com o observado no estudo realizado por Castro *et al*. (2025), no qual, neste mesmo ponto durante o período chuvoso, foram registradas na água do mar concentrações de nitrito acima do limite recomendado, com valor igual a 0,098 ± 0,03 mg/L no mês de março, permanecendo constante em abril. Esse aumento na concentração de nitrito pode estar associado à combinação entre o maior aporte de efluentes urbanos e a intensificação do carreamento de poluentes pela chuva, uma vez que o local apresenta grande número de bares e residências.

Além disso, observou-se que as concentrações de nitrito no sobrenadante das ostras foram maiores do que na água do mar. Isso pode ser explicado pelo fato de que os moluscos bivalves, como mexilhões, vieiras e ostras, são filtradores que acumulam em seus tecidos microalgas, substâncias químicas, resíduos e microrganismos presentes na água, podendo filtrar até 100 litros de água por dia (Evangelista-Barreto *et al*., 2008). Dessa forma, os bivalves refletem as condições ambientais do local onde vivem, e a intensa atividade de filtração contribui para o aumento das concentrações de determinados compostos no sobrenadante, o que reforça a relevância de incluir os bivalves como bioindicadores em estudos de monitoramento ambiental.

CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que o sobrenadante das ostras *Crassostrea* sp. é uma matriz viável e inovadora para a quantificação de nitrito, refletindo as condições ambientais locais. Os parâmetros biométricos das ostras (peso, altura, comprimento e largura) apresentaram tendência cíclica semelhante nos dois pontos de coleta, sugerindo processos biológicos naturais do ciclo das ostras. Não foram observadas diferenças significativas para os valores de nitrito no sobrenadante das ostras quando comparados os dois pontos de coleta Guarapiranga e no Píer de São José de Ribamar.

Observou-se que os níveis de nitrito nas ostras são superiores aos valores encontrados na água do mar, sugerindo uma bioacumulação. Por outro lado, a análise por espectroscopia no infravermelho indicou que tanto a água do mar quanto o sobrenadante das ostras apresentam uma estrutura química semelhante, podendo ser uma excelente matriz para a identificação de possíveis contaminações, uma vez que esses animais atuam como filtradoras da água do mar. Em Guarapiranga, os maiores valores de nitrito coincidiram com menores níveis de oxigênio dissolvido. Esses resultados contribuem para reforçar a importância do monitoramento contínuo de nitrito em bivalves, visando segurança alimentar, proteção à saúde humana e preservação da qualidade ambiental em áreas estuarinas.

Além disso, recomenda-se pesquisas futuras sobre o efeito do íon nitrito sobre os organismos que vivem nos ambientes de estuário como os crustáceos e algumas espécies de peixes, bem como a quantificação do nitrito em ostras de outras localidades e no homogeneizado dos tecidos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FAPEMA pelo apoio financeiro, à minha orientadora Sandra Nunes, à Elaine Teixeira e à minha família pelo apoio e incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BALLESTEROS, E. R. et al. **Qualidade microbiológica de ostras (*Crassostrea* sp.) e de águas coletadas em cultivos e em bancos naturais de Cananéia (SP)**. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 134-144, 2016.

BRAGA, E. S. et al. **O ambiente estuarino e a variação de pH: limites naturais e observação experimental do efeito da acidificação sobre a biodisponibilidade de fósforo**. *Química Nova*, v. 46, n. 6, p. 591-607, 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 357, de 17 de março de 2005**. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Alterada pelas Resoluções n° 410/2009 e n° 430/2011. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2005.

BUTIK, M. et al. **Comparação entre métodos de solubilização alcalina e digestão ácida de tecido animal para determinação de metais usando espectrometria de absorção atômica em chama**. *Revista Virtual de Química*, v. 10, n. 4, 2018.

CASTRO, Geane da Silva. **Avaliação dos impactos ambientais através das respostas bioquímicas em ostras *Crassostrea* sp. (Bivalvia, Ostreidae) na Baía de São José – Maranhão**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2024.

CONLEY, D. J. et al. **Controlling eutrophication: nitrogen and phosphorus**. *Science*, v. 323, p. 1014-1015, 2009.

DE OLIVEIRA, J. F. et al. **Determinação espectrofotométrica de nitrito em produtos cárneos embutidos**. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 11, n. 1, p. 19-31, 2017.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; DE SOUSA, O. V.; VIEIRA, R. H. S. F. **Moluscos bivalves: organismos bioindicadores da qualidade microbiológica das águas: uma revisão**. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 2, n. 2, p. 18-31, 2008.

GREEN, L. C. et al. **Analysis of nitrate, nitrite, and [15N]nitrate in biological fluids**. *Analytical Biochemistry*, v. 126, p. 131-138, 1982.

HELDER, W.; DE VRIES, R. T. P. **Estuarine nitrite maxima and nitrifying bacteria (Ems-Dollard estuary)**. *Netherlands Journal of Sea Research*, v. 17, n. 1, p. 1-18, 1983.

KELLOGG, M. L. et al. **Use of oysters to mitigate eutrophication in coastal waters**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 151, p. 156-168, 2014.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 6, n. 2, p. 134-147, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br.

PATTY, D. J.; LOUPATTY, G.; SOPALAUW, F. **Interpretation FTIR spectrum of seawater and sediment in the Ambon Bay (TAD)**. *In*: AIP CONFERENCE PROCEEDINGS. [S. l.]: AIP Publishing, 2017.

RIBEIRO, E. B. et al. **Biomarkers (glutathione S-transferase and catalase) and microorganisms in soft tissues of *Crassostrea rhizophorae* to assess contamination of seafood in Brazil**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 158, p. 111348, 2020.

SANTANA, L. L. S.; MEDEIROS, C. **Características biométricas e índices de condição da ostra-de-mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) do estuário do rio Ipojuca, PE, Brasil**. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 48, n. 1, p. 20-38, 2020.

VIEIRA, Rosana Faria. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.