



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS V**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS**  
**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**RAFAELA GALDINO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DO EFEITO DA ACLIMATAÇÃO EM LABORATÓRIO NA CONDIÇÃO  
FISIOLÓGICA DE *EMERITA PORTORICENSIS* (CRUSTACEA, DECAPODA  
HIPPIDAE) COLETADOS SOB IMPACTOS ANTRÓPICOS NA PRAIA DE CABO  
BRANCO, JOÃO PESSOA – PB**

**JOÃO PESSOA - PB**

**2024**

RAFAELA GALDINO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO EFEITO DA ACLIMATAÇÃO EM LABORATÓRIO NA CONDIÇÃO  
FISIOLÓGICA DE *EMERITA PORTORICENSIS* (CRUSTACEA, DECAPODA  
HIPPIDAE) COLETADOS SOB IMPACTOS ANTRÓPICOS NA PRAIA DE CABO  
BRANCO, JOÃO PESSOA – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Centro de Ciências Biológicas e Sociais  
Aplicadas da Universidade Estadual da Paraíba  
para a obtenção do título de Bacharel em  
Ciências Biológicas

Orientadora: Profa. Dra. Enelise Marcelle Amado

**JOÃO PESSOA - PB**

**2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

O48a Oliveira, Rafaela Galdino de.

Análise do efeito da aclimação em laboratório na condição fisiológica de *Emerita Portoricensis* (Crustacea, Decapoda Hippidae) coletados sob impactos antrópicos na praia de Cabo Branco, João Pessoa - PB [manuscrito] / Rafaela Galdino de Oliveira. - 2024.

32 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Enlise Marcelle Amado, Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA. "

1. Contaminação praial. 2. Bioindicadores. 3. Tatuís. 4. Ecofisiologia. I. Título

21. ed. CDD 363.7

RAFAELA GALDINO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DO EFEITO DA ACLIMATAÇÃO EM LABORATÓRIO NA CONDIÇÃO FISIOLÓGICA DE *EMERITA PORTORICENSIS* (CRUSTACEA, DECAPODA HIPPIDAE) COLETADOS SOB IMPACTOS ANTRÓPICOS NA PRAIA DE CABO BRANCO, JOÃO PESSOA – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas da Universidade Estadual da Paraíba para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Aprovada em: 27 / 06 / 2024.

**BANCA EXAMINADORA**



Documento assinado digitalmente  
**ENELISE MARCELLE AMADO**  
Data: 02/07/2024 21:41:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dra. Enelise Marcelle Amado (Orientadora)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Documento assinado digitalmente  
**DANIELA SANTOS PONTES**  
Data: 01/07/2024 20:20:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dra. Daniela Santos Pontes

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Documento assinado digitalmente  
**MIKAELLE CRISTINA MEDEIROS CHAVES**  
Data: 01/07/2024 20:10:10-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Me. Mikaelle Cristina Medeiros Chaves

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Dedico ao meu filho, pais, irmã, sobrinho e amigos que sempre foram meu porto seguro. E a mim, que nunca desisti.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
2.1 Coleta dos animais .....	9
2.2 Experimento de aclimação com água do mar do local de coleta .....	11
2.3 Experimento de aclimação com água do mar artificial.....	11
2.4 Morfometria e Fator de Condição.....	12
2.5 Análises na hemolinfa .....	12
2.6 Teor de hidratação tecidual .....	12
2.7 Análise estatística .....	13
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>13</b>
3.1 Dados abióticos.....	13
3.2 Mortalidade .....	14
3.3 Fator de condição.....	14
3.4 Concentração de Íon Cl <sup>-</sup> detectados na hemolinfa .....	16
3.5 Proteínas totais.....	18
3.6 Teor hídrico tecidual.....	20
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIA .....</b>	<b>23</b>

**ANÁLISE DO EFEITO DA ACLIMATAÇÃO EM LABORATÓRIO NA CONDIÇÃO FISIOLÓGICA DE *EMERITA PORTORICENSIS* (CRUSTACEA, DECAPODA HIPPIDAE) COLETADOS SOB IMPACTOS ANTRÓPICOS NA PRAIA DE CABO BRANCO, JOÃO PESSOA – PB**

Rafaela Galdino de Oliveira

**Resumo**

Nas últimas décadas as praias arenosas têm sofrido impactos e degradação pela ação humana. Em João Pessoa - PB, segundo o último relatório da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), o litoral da Paraíba possui mais de 20 áreas impróprias para o banho, isso devido a ligações clandestinas de esgoto doméstico. Os crustáceos decápodes do gênero *Emerita* (Anomura, Hippidae), conhecidos no Brasil como "tatuís", vivem enterrados na zona intertidal de praias arenosas e podem ser utilizados como bioindicadores, devido à sua sensibilidade às variações ambientais. O presente trabalho teve como objetivo, avaliar a condição fisiológica de *E. portoricensis* coletados na praia do Cabo Branco - João Pessoa, que recebe despejo de águas contaminadas de uma galeria pluvial, e se essa condição se mantém após um período de aclimação no laboratório, comparando animais aclimatados com água do mar do local da coleta e água do mar artificial. Os parâmetros analisados foram mortalidade; fator de condição; concentração do íon  $Cl^-$  e proteínas totais na hemolinfa; e teor de hidratação tecidual. Houve maior mortalidade e menor fator de condição nos animais mantidos em laboratório na água do local de coleta. Em relação aos animais que foram mantidos em água do mar artificial limpa e livre de poluentes, foi possível verificar menor mortalidade, manutenção do fator de condição e diminuição de proteínas totais, o que sugere uma possível reversão na condição de estresse quando aclimatados à água do mar artificial. Os demais parâmetros foram pouco conclusivos. Nossos resultados sugerem que esses animais se encontram sob estresse fisiológico como consequência dos agentes estressores de origem antrópica, reforçando a sensibilidade dessa espécie como bioindicadora de impactos ambientais. No entanto, estudos adicionais analisando outros biomarcadores fisiológicos são necessários para a melhor compreensão dos efeitos das condições ambientais sobre a fisiologia dos tatuís.

**Palavras-chave:** Contaminação praial; Bioindicadores; Tatuís; Ecofisiologia.

### Abstract

In recent decades, sandy beaches have been impacted and degraded by human activities. In João Pessoa, PB, according to the latest report from the Environmental Administration Superintendency (SUDEMA), the Paraíba coast has more than 20 areas unsuitable for bathing due to clandestine connections of domestic sewage. Decapod crustaceans of the genus *Emerita* (Anomura, Hippidae), known in Brazil as "tatuís", live buried in the intertidal zone of sandy beaches and can be used as bioindicators due to their sensitivity to environmental variations. This study aimed to evaluate the physiological condition of *E. portoricensis* collected at Cabo Branco beach in João Pessoa, which receives contaminated water discharge from a stormwater gallery, and whether this condition persists after a period of acclimatization in the laboratory. The study compared animals acclimatized with seawater from the collection site and artificial seawater. The analyzed parameters were mortality; condition factor; hemolymph chloride and total protein concentration; and tissue hydration content. There was higher mortality and a worse condition factor in animals kept in laboratory seawater from the collection site. For animals maintained in clean, pollutant-free artificial seawater, lower mortality, maintenance of the condition factor, and a decrease in total proteins were observed, suggesting a possible reversal of stress conditions when acclimatized to artificial seawater. The other parameters were inconclusive. Our results suggest that these animals are under physiological stress due to anthropogenic stressors, reinforcing the sensitivity of this species as a bioindicator of environmental impacts. However, additional studies analyzing other physiological biomarkers are necessary to better understand the effects of environmental conditions on the physiology of tatuís.

**Keywords:** Beach contamination; Bioindicators; Tatuís; Eco-physiology

## 1 INTRODUÇÃO

As praias arenosas são ambientes sedimentares, onde a ação das ondas e correntes litorâneas acumula e retrabalha o sedimento (Komar, 1998; Amaral e Denadai, 2011). Esse ambiente é parte de um sistema semifechado conhecido como ecossistema de praia ou zona de arrebanção (Mclachlan, 1983; Matthews-cascon e Lotufo, 2006).

À primeira vista as praias arenosas aparentam ser ambientes pouco ocupados e pobres em comunidades ecológicas. Contudo, esses ambientes apresentam uma fauna rica de organismos adaptados às condições naturais adversas da transição entre o ambiente marinho e o ambiente terrestre, como por exemplo a ação das ondas e das marés. A impressão errônea de um ambiente escasso se dá devido ao pequeno tamanho da maioria das espécies que habitam



por lá, do seu hábito infaunal (vivendo enterrados ou em túneis e galerias) e pela coloração críptica de muitos dos que vivem nesse ambiente.

A zona intertidal das praias arenosas é habitada principalmente por crustáceos, moluscos e poliquetas (Petracco *et al.*, 2012; Barboza e Defeo, 2015) que exercem funções ecológicas importantes, como receber energia vinda do ambiente pelágico, que estão envolvidos na aeração, remineralização de nutrientes, remobilização dos fundos marinhos, influenciando na produção primária e secundária (Santos, 2019). As praias arenosas constituem, portanto, ambientes que proporcionam serviços ecológicos, como berçário de diversas espécies, reciclagem de nutrientes, proteção natural contra erosão da costa, fonte de alimento para aves e peixes, entre outros (Vieira, 2015; Blankensteyn, 2006).

A exploração da região litorânea tem crescido em ritmo acelerado nas últimas décadas. Esse aumento descontrolado e inconsequente do turismo juntamente com a manutenção da imagem turística das cidades litorâneas submete esses ambientes a perturbações antrópicas (Blankensteyn, 2006), pressionando ainda mais os organismos, que são considerados bioindicadores de impactos humanos por apresentarem respostas biológicas observáveis, diante à forte pressão que são submetidos diariamente pela recreação, pisoteamento, despejo de esgotos domésticos/comerciais e drenagem pluvial (Lercari e Defeo, 1999, 2003; Saucó *et al.*, 2010), descarte de resíduos sólidos (Lancellotti e Stotz, 2004), descaracterização do ambiente natural e a construção civil (Walker *et al.*, 2008; Manning *et al.*, 2014), entre outras perturbações.

Em João Pessoa, segundo o último relatório da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (Sudema) – maio de 2024 –, o litoral da Paraíba possui mais de 20 áreas impróprias para o banho, isso porque essas regiões estão sujeitas a contaminação por esgoto doméstico, devido a ligações clandestinas nas galerias de águas pluviais que desembocam nas praias e expõe os banhistas a doenças e infecções que podem ser causadas por bactérias, protozoários e vírus (Sudema, 2024).

Essa redução da qualidade da água em ambientes costeiros devido a efluentes domésticos pode ser maior em épocas de veraneios ou de alta pluviosidade, condições fisiográficas podem limitar a dispersão de contaminantes, e a maré vazante causa uma maior drenagem de águas de córregos (Ferraz, 2012). Tudo isso, atinge direta ou indiretamente o ecossistema praial, que é considerado um dos mais frágeis do planeta, por estar sob forte influência de fatores oceanográficos, geológicos, antropológico, climático e hidrológico. (Santos, 2019)

Nos últimos anos, tem crescido estudos que utilizam animais bentônicos como

bioindicadores de qualidade ambiental, por serem de hábitos sedentários, sensíveis a perturbações ambientais, dominantes no ambiente e de vida relativamente curta, por viverem dentro, sobre e próximo aos sedimentos, acabam absorvendo/consumindo poluentes mais intensamente, respondendo previsivelmente a situações de perturbações ambientais, seja naturais ou antrópicas, se tornando ótimos bioindicadores de áreas contaminadas (Santos, 2019).

Uma abordagem para monitorar a qualidade das praias urbanizadas envolve a coleta de dados sobre a presença e/ou abundância de espécies de macroinvertebrados (Velooso *et al.*, 2006; 2008; Gonçalves *et al.*, 2013; Bessa *et al.*, 2013a, 2013b, 2014; Cardoso *et al.*, 2013a, 2013b, 2014; Cardoso *et al.*, 2016). Índices para avaliar a saúde das praias foram desenvolvidos para fornecer métricas facilmente implementáveis pelos gestores (McLachlan *et al.*, 2013; González *et al.*, 2014). Mais recentemente, os chamados biomarcadores fisiológicos, que são alterações na fisiologia de um animal relacionadas à uma condição ambiental, têm sido considerados uma abordagem promissora para avaliar impactos no ambiente aquático (Lionetto *et al.*, 2021; Monteiro *et al.*, 2021).

Os crustáceos decápodes do gênero *Emerita* (Anomura, Hippidae), conhecidos no Brasil como "tatuís" ou "tatuíras", fazem parte da infauna de praias arenosas. A espécie *Emerita portoricensis* (Schmitt 1935), – espécie escolhida neste estudo – vive enterrada na zona entremarés de praias arenosas, tanto dissipativas quanto refletivas, sendo encontrada no Nordeste brasileiro, do Maranhão a Sergipe, e nas Américas, desde a Venezuela e Colômbia até as Antilhas e o Sudeste dos Estados Unidos, na Flórida (Efford, 1976). Esses pequenos crustáceos são bastante abundantes e de fácil captura, sendo considerados bons bioindicadores de perturbações ambientais, pois sua distribuição e estrutura populacional são sensíveis às atividades humanas (Lercari e Defeo, 1999; Velozo *et al.*, 2006).

Diversos estudos (Ferdin *et al.*, 2002; Poersch *et al.*, 2006; Cansi, 2007; Perez, 1999) destacam a importância de estudar as espécies do gênero *Emerita*. Esses crustáceos são especialmente valiosos devido à sua alta plasticidade em relação às características do ciclo de vida, o que resulta em respostas variadas conforme a variabilidade ambiental em diferentes escalas espaciais e temporais (Dugan *et al.*, 1991, 1994; Contreras *et al.*, 1999).

Os tatuís tem grande potencial de ser um bom modelo para estudos ecofisiológicos e comportamentais de monitoramento de praias arenosas, devido à sua sensibilidade às variações ambientais causadas por impactos antrópicos (e.g., ecológicos, Schatzlein e Costlow, 1978; Defeo e Cardoso, 2002; e.g., fisiológicos, Suresh *et al.* 1995; Celentano e Defeo, 2006; Cansi, 2007; e.g., padrões morfodinâmicos do ambiente, Perry, 1980). E embora alguns estudos

demonstrarem impactos da degradação do ambiente costeiro na ecologia dos tatuís, aspectos fisiológicos dessa e de outras espécies da infauna praias têm recebido pouca atenção. É crucial, portanto, aumentar o conhecimento a respeito da fisiologia de espécies bioindicadoras, uma vez que perturbações fisiológicas nos indivíduos de uma espécie precedem a manifestação das perturbações ecológicas na população.

Com isso, o principal objetivo desse estudo é avaliar a condição fisiológica de espécimes de tatuís coletados na praia de Cabo Branco, em João Pessoa – PB, uma praia arenosa que sofre impacto da ação humana pelo despejo de efluentes de uma galeria pluvial, e verificar se essa condição se mantém após um período de aclimação no laboratório. Além de gerar dados que contribuam para a melhor compreensão da fisiologia da espécie, os dados fisiológicos observados podem contribuir para avaliar como os tatuís respondem e se adaptam ao impacto antrópico no ambiente, auxiliando na validação dessa espécie como um bom modelo de bioindicador em praias arenosas.

## **Objetivos**

- Avaliar aspectos básicos da fisiologia dos crustáceos *E. portoricensis* coletados em uma praia impactada por contaminação ambiental.
- Investigar os efeitos da aclimação em laboratório sobre aspectos da fisiologia desses crustáceos.
- Contribuir para o entendimento dos mecanismos de resposta desses organismos à contaminação ambiental e à aclimação em laboratório.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Coleta dos animais**

Duas coletas de *E. portoricensis* foram realizadas na praia de Cabo Branco, em João Pessoa-PB, nas proximidades de uma descarga de drenagem de água pluvial (-7.136050177748548, -34.81893907470088), local que foi considerado como impróprio pela SUDEMA (Figura 3), por apresentar contaminação por esgoto doméstico, advindos de ligações clandestinas de estabelecimentos próximos (G1, 2024). A primeira coleta foi realizada no dia 23 de março de 2024 (Figura 1), e a segunda coleta ocorreu no dia 09 de maio de 2024 (Figura 2).

As amostragens ocorreram durante o período de maré baixa. Foi feita uma triagem *in situ* para selecionar indivíduos adultos, fêmeas e não-ovígeras. Durante as coletas, dados abióticos como temperatura e salinidade foram registrados na água do mar. Após a coleta, os indivíduos foram acondicionados em caixas plásticas de transporte contendo areia e água do local e transferidos para o Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA), no Campus V da UEPB, em João Pessoa.



**Figura 1** - Fotografia do local de coleta no dia em que a primeira coleta foi realizada em 23 de março de 2024.

Praia do Cabo Branco - João Pessoa, PB. Crédito da Imagem: Larissa Rafaela Caetano da Silva.



**Figura 2** - Fotografia do local de coleta no dia em que a segunda coleta foi realizada em 09 de maio de 2024.

Praia do Cabo Branco - João Pessoa, PB. Crédito da Imagem: Larissa Rafaela Caetano da Silva.



**Figura 3** - Imagem obtida pelo Google Maps mostrando a descarga de drenagem pluvial e a área no entorno onde as coletas foram realizadas. Praia do Cabo Branco - João Pessoa, PB.

## 2.2 Experimento de aclimação com água do mar do local de coleta

Um total de 38 indivíduos foi coletado na primeira coleta e transportados até o laboratório, onde 15 indivíduos foram processados imediatamente. Os indivíduos foram crioplanados, e a hemolinfa foi extraída utilizando uma micropipeta através da membrana artrodial dos apêndices locomotores. Amostras de brânquias e músculos foram removidas com pinça e tesoura, e colocadas em tubos de 2ml previamente rotulados e pesados. Os outros 23 indivíduos foram colocados em aclimação, mantidos em água do local da coleta, a uma temperatura de aproximadamente 25°C, com aeração constante. Os animais foram alimentados diariamente com flocos para peixes tropicais (TetraMin). A salinidade foi monitorada diariamente durante 17 dias usando um refratômetro portátil de alta resolução, modelo RTS- 101 ATC. Ao final do período de aclimação, os animais foram processados conforme descrito anteriormente.

## 2.3 Experimento de aclimação com água do mar artificial

Foram coletados 39 indivíduos na segunda coleta e transportados até o laboratório, onde, 15 indivíduos foram imediatamente processados e 24 foram colocados em aclimação. Esses

indivíduos foram aclimatados com água artificial feita em laboratório, que foi preparada na salinidade de 30‰ utilizando água destilada e sal marinho para aquarismo Ocean Tech. A temperatura de aclimação foi de ~25°C, aeração constante e os indivíduos foram alimentados diariamente. A salinidade foi verificada diariamente por 17 dias e com ajuda de um refratômetro portátil de alta resolução – RTS-101 ATC - foi utilizado para conferir a salinidade. Após o período de aclimação os animais foram processados conforme descrito anteriormente.

#### **2.4 Morfometria e Fator de Condição**

Em laboratório os animais foram numerados em potes coletores plásticos para serem pesados utilizando uma balança analítica com quatro casas decimais após o zero (SHIMADZU AUY 220) e medidos com um paquímetro digital (Mitutoyo Absolute 150 mm). Durante a análise morfométrica, medidas do comprimento, largura e altura da carapaça do animal, bem como o peso úmido total do animal foram obtidas nos indivíduos imediatamente processados e nos indivíduos após passarem pelo período de aclimação. Após tirar as medidas morfométricas, os animais foram crioadestesiados para imediata amostragem dos tecidos das brânquias e músculos, e a retirada da hemolinfa conforme descrito anteriormente. O fator de condição foi calculado usando a seguinte fórmula:

$$FC = (PU/CC^b) \times 100 \quad (1)$$

Onde PU significa peso úmido em gramas, CC é o comprimento da carapaça em centímetros, e b é a constante obtida pela regressão da relação entre comprimento e peso.

#### **2.5 Análises na hemolinfa**

As amostras coletadas foram agitadas manualmente para prevenir a coagulação da hemolinfa. Em seguida, foram armazenadas a -20°C em um freezer para posterior análise de íons e proteínas totais. A concentração do íon cloreto (Cl<sup>-</sup>) foi determinada por meio de método colorimétrico utilizando kit comercial da Labtest. A quantificação das proteínas totais foi realizada pelo método de Bradford (Bradford, 1976), utilizando kit comercial da BioRad. As leituras de absorvância para ambos os métodos (595 nm e 470 nm, respectivamente) foram realizadas em uma leitora de microplacas SpectraMax I3x.

#### **2.6 Teor de hidratação tecidual**

Uma parte da carapaça foi retirada para facilitar o acesso às brânquias. Na sequência uma incisão transversal foi realizada para retirada dos músculos posteriores. Os tubos contendo os tecidos, previamente pesados e rotulados, foram pesados novamente para a obtenção do peso úmido (PU) e colocado na estufa (ICMO) a uma temperatura de 65°C por 24h para então serem pesados novamente para obtenção do peso seco (PS). O teor hídrico foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Th}(\%) = (\text{PU} - \text{PS})/\text{PU} \times 100 \quad (2)$$

## 2.7 Análise estatística

Os dados estão apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. Para a análise estatística os dados foram testados quanto à normalidade e homocedasticidade. Em caso de distribuição normal e homogênea, os grupos (processados imediatamente x aclimatados) foram comparados utilizando teste *t*. Nos parâmetros em que os dados não apresentaram normalidade ou homogeneidade o teste Mann-Whitney foi utilizado. O programa utilizado para a estatística e confecção dos gráficos foi o SigmaPlot 12.0.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Dados abióticos

Os dados abióticos registrados na água do mar durante as duas coletas realizadas estão apresentados na tabela a seguir:

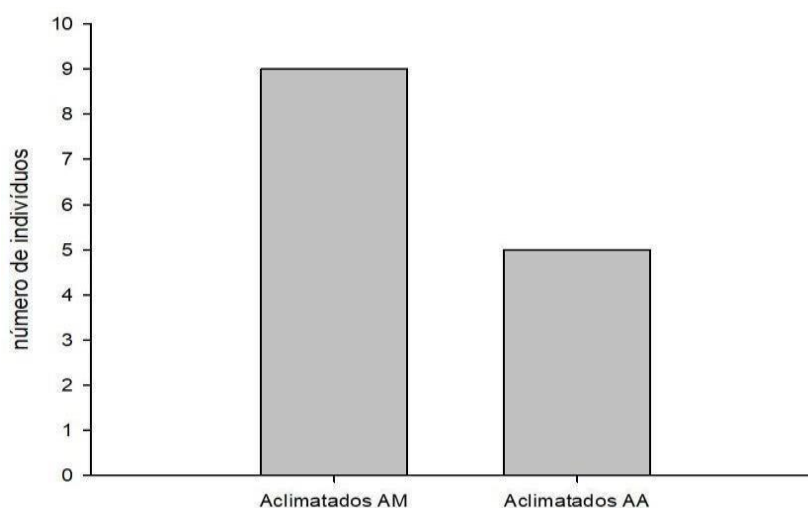
**Tabela 1:** Dados abióticos

	Salinidade	Temperatura
coleta 1	32‰	32,8°C
coleta 2	32‰	31,5°C

**Fonte:** Dados registrados no local da coleta, Cabo Branco, João Pessoa – PB

### 3.2 Mortalidade

A mortalidade de indivíduos foi registrada em ambos os experimentos de aclimação (Gráfico 1). Dos 23 indivíduos colocados em aclimação na água do mar do local de coleta, 9 indivíduos morreram durante o intervalo de 17 dias, o que representa 39% de mortalidade. Já dos 24 indivíduos aclimatados em água do mar artificial, 5 indivíduos não completaram o período de aclimação, o que representa 20% de mortalidade.



**Gráfico 1:** Número de indivíduos mortos durante o período de aclimação. AM = água do mar, AA = água artificial.

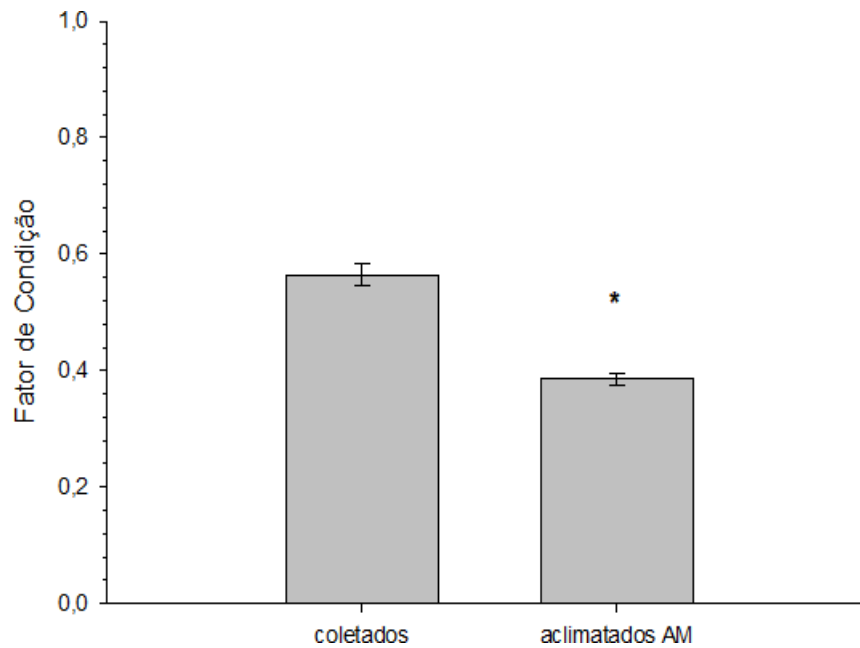
Ambos os experimentos de aclimação ocorreram nas mesmas condições (temperatura, oxigenação, alimentação, fotoperíodo), exceto pela água que os animais estavam expostos. Essa maior mortalidade dos animais mantidos na água do local de coleta pode ser atribuída à exposição contínua à água possivelmente impactada pelos despejos das galerias pluviais. Entretanto, a mortalidade de cerca de 20% dos indivíduos aclimatados em água artificial sugere uma certa sensibilidade dessa espécie às condições laboratoriais, principalmente em relação a um sistema estático, sem ação das ondas e das marés.

### 3.3 Fator de condição

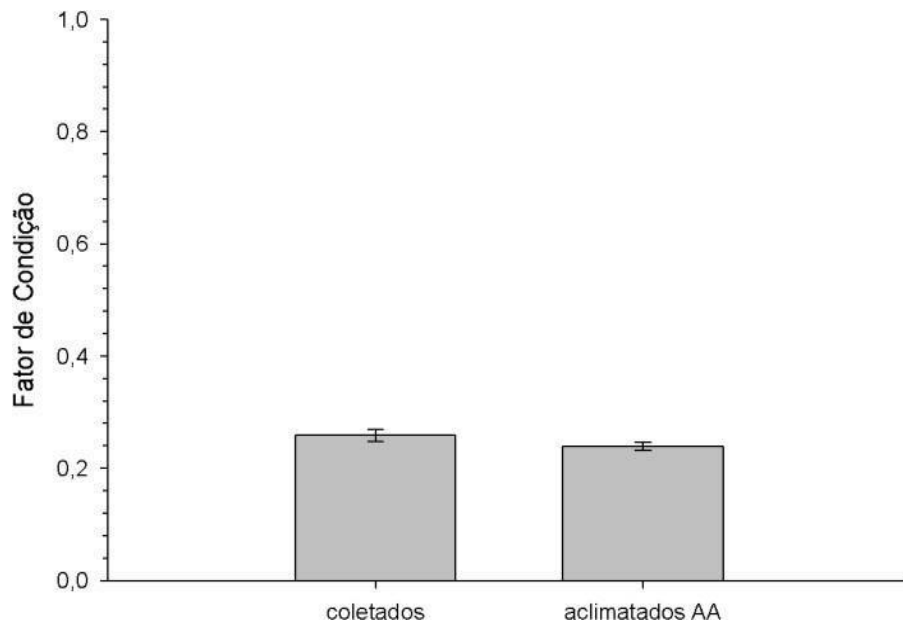
Um menor fator de condição foi observado nos indivíduos aclimatados em condições laboratoriais na água do local de coleta, quando comparados aos indivíduos que foram imediatamente analisados após a coleta. O fator de condição dos animais aclimatados na água do local de coleta foi  $0,38 \pm 0,01$  e nos coletados foi  $0,56 \pm 0,02$  (Gráfico 2). No segundo



experimento não houve diferença no fator de condição entre os indivíduos processados imediatamente e os indivíduos que passaram pela aclimação em água artificial ( $0,26 \pm 0,01$  e  $0,24 \pm 0,01$  respectivamente) (Gráfico 3).



**Gráfico 2:** Fator de condição dos indivíduos coletados e dos indivíduos que passaram pelo período de aclimação na água do mar do local de coleta (aclimatados AM). \* indica diferença estatística entre os indivíduos coletados x aclimatados (teste *t*,  $p < 0,001$ ,  $n = 14-15$ ).



**Gráfico 3:** O fator de condição dos indivíduos coletados e dos indivíduos que passaram pelo período de aclimação na água do mar artificial (aclimatados AA). Não houve diferença estatística entre os indivíduos coletados x aclimatados (Mann-Whitney, Teste *t*  $p = 0,147$ )

O fator de condição é um parâmetro utilizado como referência para a condição geral de diversos animais e é baseado na hipótese que indivíduos mais pesados para um dado comprimento estão em melhores condições. Em crustáceos, existem estudos que utilizam essa interconversão entre as variáveis peso e comprimento, como ferramenta importante para compreender as mudanças físico-químicas da água, o grau de bem-estar dos indivíduos diante das condições a que estão sujeitos, fornecendo a possibilidade de acompanhamento de seus níveis de atividades, como história reprodutiva e de vida. (Weatherley, 1972, Weatherley & Gill, 1987; Khademzadeh e Hagi, 2017; Albertoni, *et al*, 2003; Xavier, 2022)

No primeiro experimento, os indivíduos que passaram pelo período de aclimação na própria água do local de coleta apresentaram um fator de condição menor do que os indivíduos coletados no ambiente. Isso indica que as condições de aclimação podem ter prejudicado a condição geral desses animais. É possível que a exposição contínua à água do mar (possivelmente contaminada) em um sistema fechado e sem renovação tenha promovido uma piora na condição geral dos animais, que foi observada no menor fator de condição encontrado no grupo aclimatado. Alguns estudos indicam diminuição no fator de condição de crustáceos quando expostos a contaminantes na água (Mensah *et al.*, 2012), ou coletados em locais impactados (Araújo *et al.*, 2012).

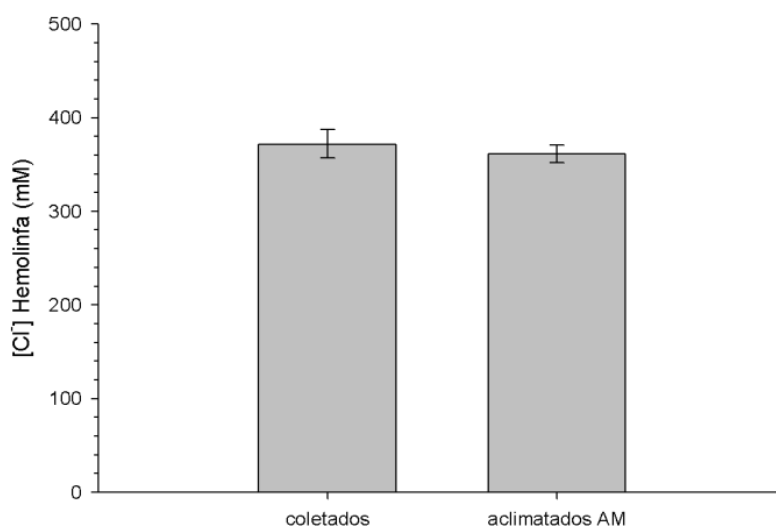
Uma outra possibilidade seria a alimentação dos animais em aclimação ter sido insuficiente ou inadequada. Entretanto, no segundo experimento não houve diferença no fator de condição entre os animais coletados e os animais aclimatados em água artificial. O que pode indicar que provavelmente a alimentação não foi um fator determinante no baixo fator de condição dos indivíduos aclimatados na água do mar, reforçando que a exposição por 17 dias a uma água possivelmente contaminada pode ter sido determinante, uma vez que a aclimação em água artificial limpa não produziu o mesmo resultado.

Importante ressaltar que os animais coletados para o segundo experimento apresentaram um fator de condição mais baixo quando comparados aos animais coletados na primeira coleta (teste  $t$   $p < 0,001$ ). Isso indica que esses indivíduos já foram obtidos no campo em uma condição pior, muito provavelmente em reflexo às condições de degradação do ambiente intensificadas pela estação chuvosa (ver figura 2). Importante também pontuar que no dia seguinte a essa segunda coleta, as denúncias de ligações clandestinas de esgoto na descarga de água pluvial vieram à tona.

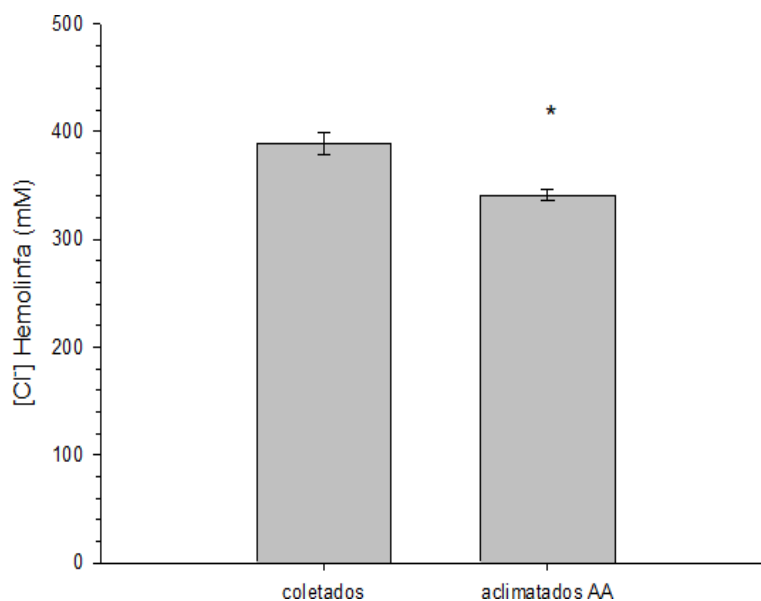
### **3.4 Concentração de Íon $Cl^-$ detectados na hemolinfa**

Não houve alteração significativa na concentração do íon  $\text{Cl}^-$  na hemolinfa dos animais aclimatados em água do local de coleta (Gráfico 4). Os níveis de  $\text{Cl}^-$  encontrados nos animais coletados foram  $371,80 \pm 15,18 \text{ mM}$  e nos animais após o período de aclimação  $361,44 \pm 9,33 \text{ mM}$ .

Já nos animais aclimatados em água artificial, houve redução na concentração de  $\text{Cl}^-$  (Gráfico 5). Os níveis encontrados nos animais coletados foram  $388,41 \pm 10,06 \text{ mM}$  e nos animais após a aclimação com água artificial  $341,11 \pm 5,24 \text{ mM}$ .



**Gráfico 4:** A concentração do íon  $\text{Cl}^-$  (mM) na hemolinfa dos indivíduos coletados e dos indivíduos que passaram pelo período de aclimação na água do mar do local de coleta (aclimatados AM). Não houve diferença estatística entre os indivíduos coletados x aclimatados (Mann-Whitney,  $p=0,647$ ,  $n=14-15$ )



**Gráfico 5** : Concentração do íon  $\text{Cl}^-$  (mM) na hemolinfa dos indivíduos coletados e dos indivíduos que passaram pelo período de aclimatação na água do mar artificial (aclimatados AA). \* indica diferença estatística entre os indivíduos coletados x aclimatados (Mann-Whitney ,  $p=0,001$ ,  $n=15$ ).

O íon  $\text{Cl}^-$  juntamente com o íon  $\text{Na}^+$  são os íons de maior representação no meio extracelular. Organismos aquáticos podem regular a concentração desses íons independente da concentração do ambiente externo (osmorregulação) ou podem equilibrar a concentração extracelular desses íons de acordo com o ambiente externo (osmoconformação) (Mcnamara e Freire, 2022).

Entre os crustáceos diversas estratégias de regulação osmótica estão presentes, espécies podem ser osmorreguladoras, osmoconformadoras ou ainda transitar entre a osmorregulação e a osmoconformação (Thabet *et al.*, 2017; Freire *et al.*, 2020). Alterações na função osmorregulatória são reconhecidas como um biomarcador de contaminação aquática (Lignot *et al.*, 2000), e a capacidade de regular íons e água nos tecidos pode ser prejudicada em ambientes poluídos (David *et al.*, 2018). No entanto, nossos resultados na concentração de íons cloreto mostram que a aclimatação em água artificial teve um impacto na concentração de  $\text{Cl}^-$  na hemolinfa dos animais comparados a aclimatação em água do local de coleta. A aclimatação em água artificial reduziu a concentração de  $\text{Cl}^-$ , enquanto a aclimatação em água do local de coleta não resultou em uma alteração significativa.

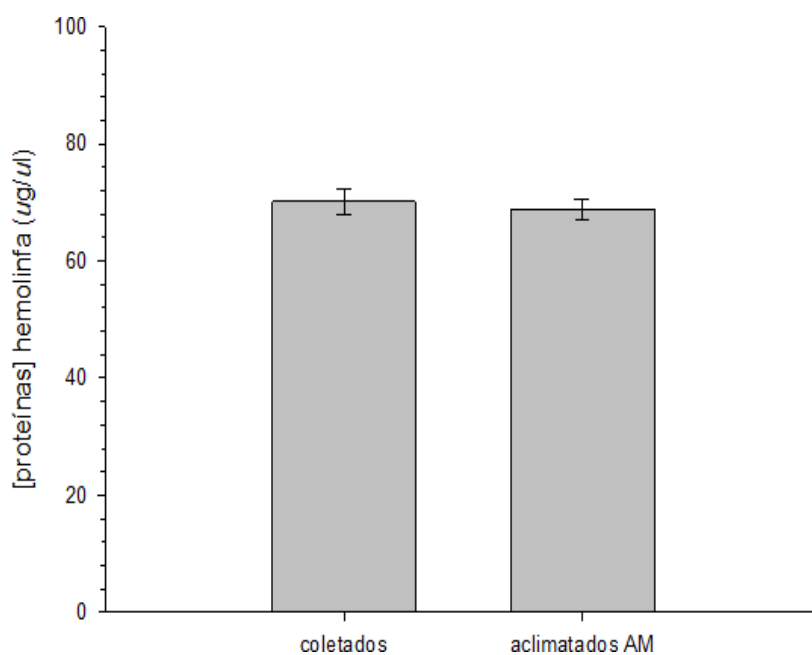
Resultados preliminares do nosso grupo de pesquisa indicam que os tatuís da espécie *E. portoricensis* se comportam como osmoconformadores, variando os níveis do íon  $\text{Cl}^-$  de acordo com as variações do meio externo (resultados não publicados, PIBIC Larissa Rafaela Caetano). Portanto, a aclimatação em uma água artificial com salinidade 30 pode ter promovido essa diferença na concentração do íon  $\text{Cl}^-$ , que em sendo osmoconformador equilibra seus níveis iônicos com o meio, nesse caso, água do mar artificial.

### 3.5 Proteínas Totais

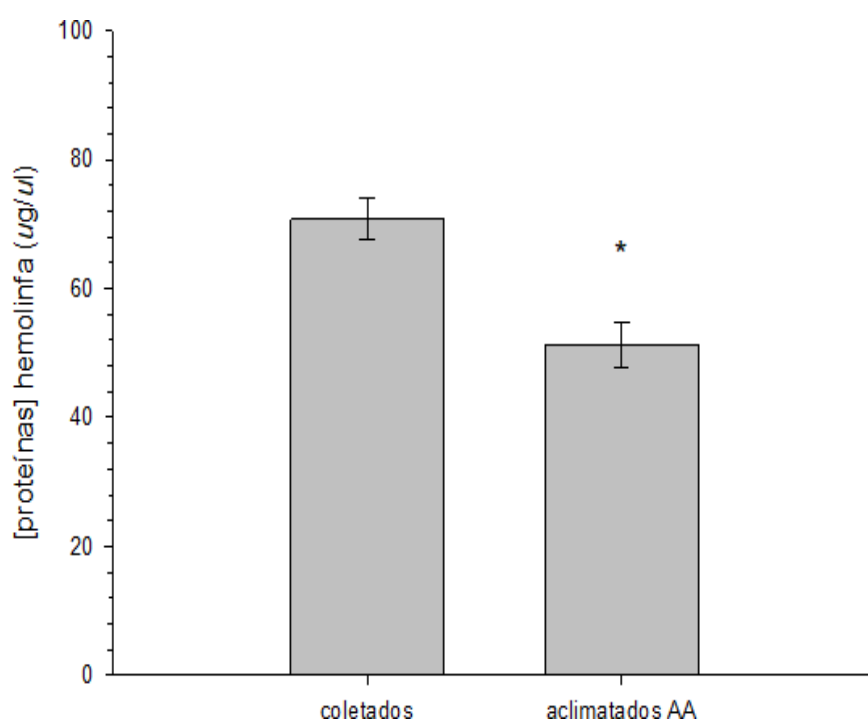
Não houve diferença estatística significativa, na concentração de proteínas na hemolinfa dos animais coletados e aclimatados na água do mar (Gráfico 6). Os níveis encontrados nos animais coletados foram  $70,13 \pm 2,10$  mg/ml e nos animais após o período de aclimatação na água do mar  $68,75 \pm 1,78$  mg/ml.

Em relação aos animais coletados e aclimatados em água artificial, houve uma diferença estatística significativa na concentração de proteínas totais (Gráfico 7). Os níveis encontrados nos animais coletados foi de  $70,80 \pm 3,33$  mg/ml e nos animais após o período de aclimatação

na água artificial  $50,56 \pm 3,48$  mg/ml.



**Gráfico 6:** Concentração de proteínas totais ( $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ ) na hemolinfa dos indivíduos coletados e dos indivíduos que passaram pelo período de aclimação na água do mar do local de coleta (aclimatados AM). Não houve diferença estatística entre os indivíduos coletados x aclimatados (teste  $t$ ,  $p=0,627$ ,  $n=14-15$ ).



**Gráfico 7:** Concentração de proteínas totais ( $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ ) na hemolinfa dos indivíduos coletados e dos indivíduos que passaram pelo período de aclimação na água do mar artificial (aclimatados AA). \* indica diferença estatística entre os indivíduos coletados x aclimatados (teste  $t$ ,  $p<0,001$ ,  $n=15$ ).

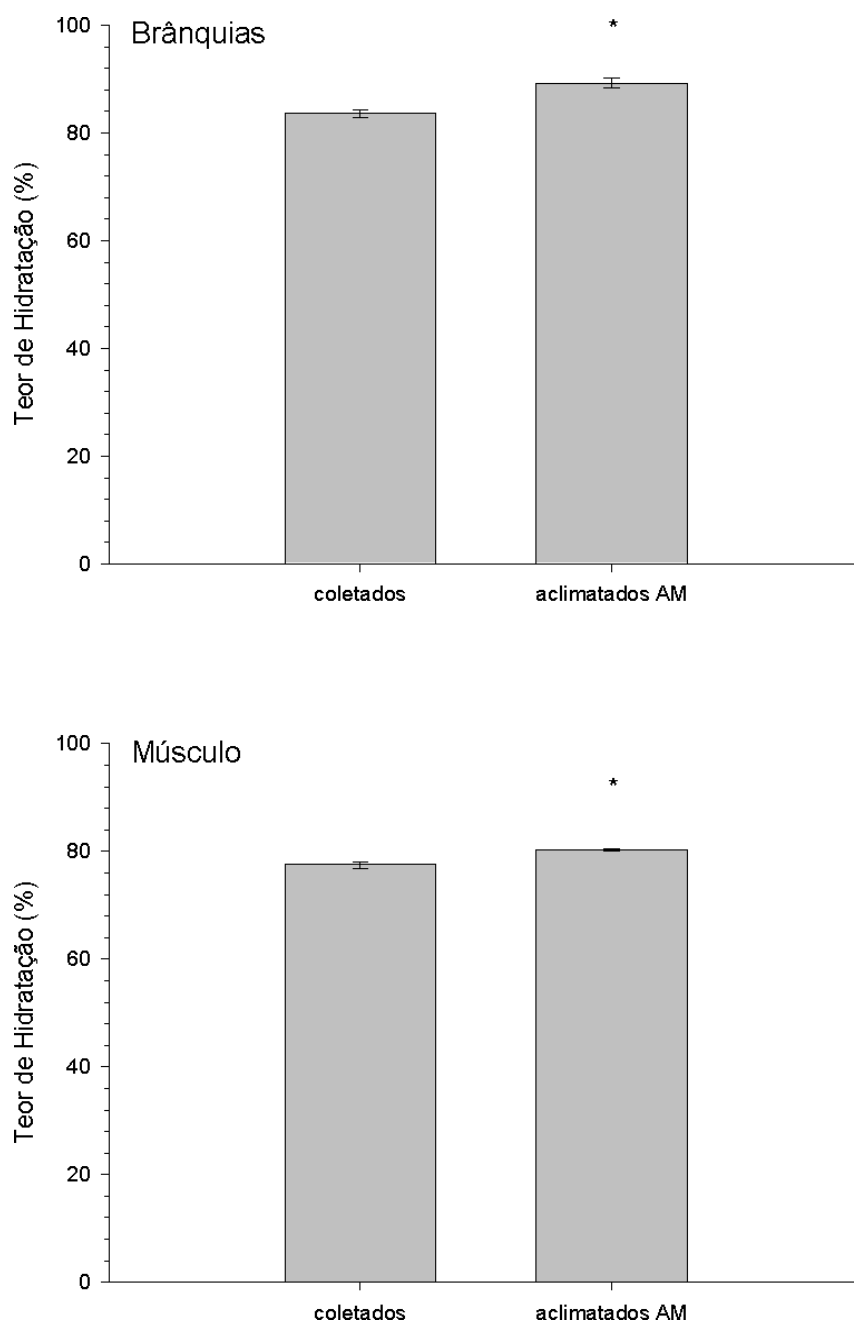
Quando em condições de estresse, os organismos desenvolvem estratégias para sua defesa, e o aumento da produção de enzimas e proteínas é uma delas. Com isso, é possível avaliar quando um organismo está sob condições de estresse, analisando as formas bioquimicamente utilizadas para reverter a situação (Maier, 2016). Segundo Lorenzon *et al*, 2011, níveis alterados de proteínas na hemolinfa está associado a uma grande densidade da hemolinfa como uma forma de adaptação a agentes estressores por interferências antrópicas. Klobučar *et al*. (2012) observaram um aumento na quantidade total de proteínas na hemolinfa do decápode *Astacus leptodactylus* quando expostos em gaiolas por uma semana em ambientes poluídos.

Diante disso, podemos entender que, os animais aclimatados na água do mar, mantiveram os seus níveis de proteínas, pois provavelmente estavam de forma contínua em um local de estresse, no qual já viviam antes. Já os indivíduos aclimatados em água artificial, limpa, e sem estressores, o nível de concentração de proteínas diminuiu, o que podemos entender que, por ser um local artificialmente adequado, não se teve a necessidade de produção de proteínas de defesa.

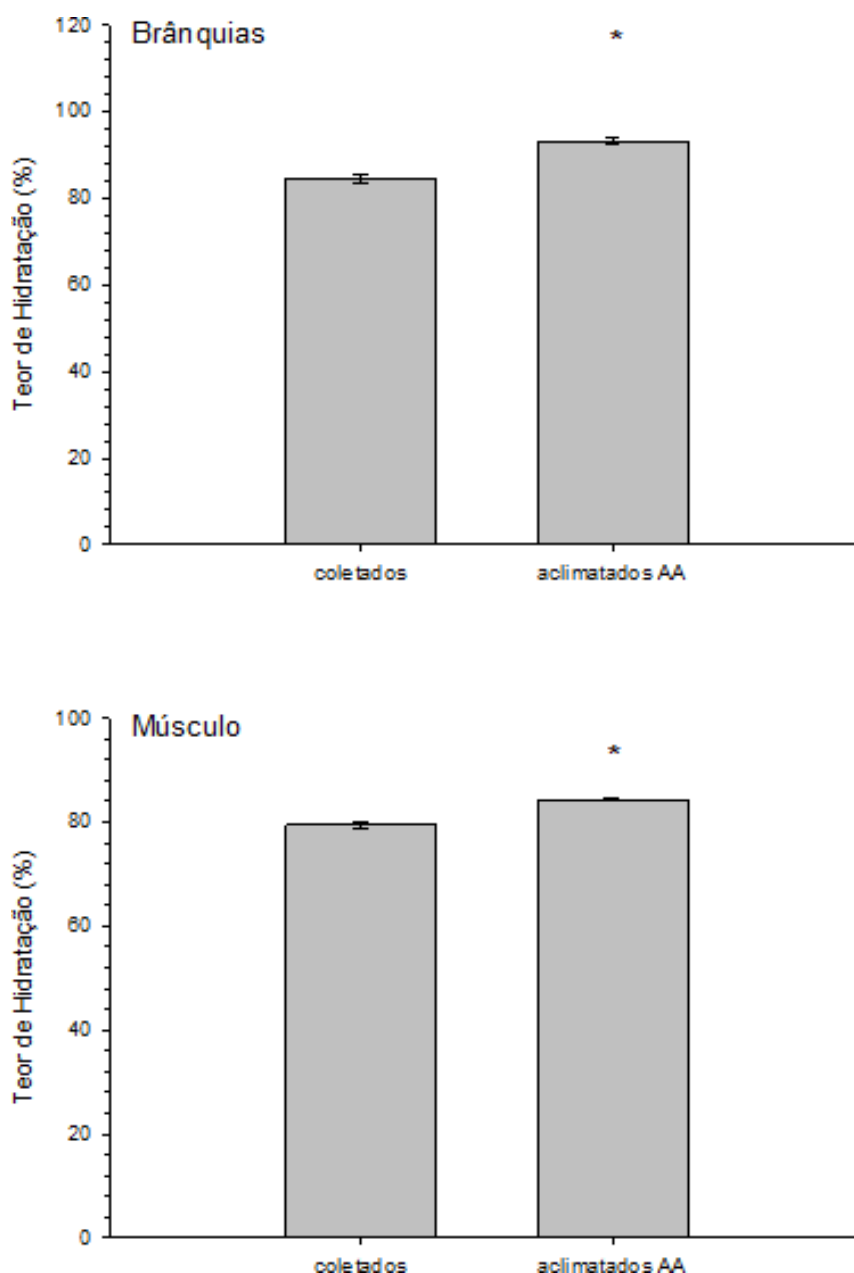
### **3.6 Teor hídrico tecidual**

Houve aumento no teor de hidratação tanto das brânquias quanto dos músculos, dos animais coletados x aclimatados em água do mar e também nos animais coletados x aclimatados em água artificial (Gráficos 8 e 9). Na primeira análise, o conteúdo de água das brânquias dos animais coletados foi  $83,60 \pm 0,73$  % e nos músculos  $77,50 \pm 0,61$  %. Após o período de aclimação na água do mar, o conteúdo de água aumentou para  $89,25 \pm 0,88$  % nas brânquias e  $80,28 \pm 0,26$  % nos músculos.

Na segunda análise, o conteúdo de água nas brânquias dos animais coletados foi  $84,49 \pm 0,91$  % e nos músculos  $79,43 \pm 0,53$  %. Após o período de aclimação na água artificial, o conteúdo de água aumentou para  $93,15 \pm 0,75$  % nas brânquias e  $84,32 \pm 0,31$  % nos músculos.



**Gráfico 8:** Teor de hidratação tecidual (% de água) nas brânquias e no músculo dos indivíduos coletados e dos indivíduos que passaram pelo período de aclimação na água do mar do local de coleta (aclimatados AM). \* indica diferença estatística entre os indivíduos coletados x aclimatados (teste  $t$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 14-15$ ).



**Gráfico 9** : Teor de hidratação tecidual (% de água) nas brânquias e no músculo dos indivíduos coletados e dos indivíduos que passaram pelo período de aclimação na água do mar artificial (aclimatados AA). \* indica diferença estatística entre os indivíduos coletados x aclimatados (teste  $t$ ,  $p=0,002$ ,  $n=15$ ).

A regulação de volume celular (e conseqüente manutenção do teor de hidratação tecidual) têm importância fisiológica em diversos organismos, pois seus mecanismos de transporte iônicos atuam na correção do volume celular, através do movimento osmótico da água (Strange 2004; Delpire e Cagnon, 2018). Em invertebrados aquáticos osmoconformadores essa função é essencial, uma vez que esses animais não regulam a concentração osmótica do seu meio extracelular e dependem da regulação de volume celular para lidar com variações



osmóticas do meio (Gilles, 1987; Freire *et al.*, 2013).

Em algumas regiões como estuários e praias contaminadas, além de variações da salinidade, a presença de poluentes como metais pesados, pesticidas, herbicidas entre outros, podem tornar difícil manter o equilíbrio osmótico e há diversos registros na literatura de poluentes afetando a capacidade de invertebrados aquáticos de manter o conteúdo de água e o equilíbrio osmótico de seus tecidos (Bianchini *et al.*, 2005; Amado *et al.*, 2006; Amado *et al.*, 2012). David *et al* (2018), observou uma menor habilidade de manutenção de água tecidual em ostras osmoconformadoras coletadas em um ambiente poluído, bem como o inchaço de células branquiais. Dados preliminares do nosso laboratório também apontam para alterações no teor de hidratação de *E. portoricensis* coletados em praias impactadas (dados não publicados, PIBIC Adolpho Vicente Albuquerque Bisneto).

No presente estudo, nos animais aclimatados em água do mar de um ambiente impactado, a função de manutenção de água tecidual pode ter sido comprometida pela qualidade da água. Entretanto, o inchaço também foi observado nos indivíduos aclimatados na água artificial limpa, tornando esse parâmetro pouco conclusivo, principalmente considerando que os animais não estavam sujeitos a variação de salinidade.

#### **4 CONCLUSÃO**

Nossos resultados sugerem que alguns aspectos da fisiologia de *E. portoricensis* estão alterados em indivíduos coletados em ambiente impactado, e que tais alterações podem ser adaptações/consequências a agentes estressores antrópicos, demonstrando sensibilidade a impactos ambientais. Além disso, os resultados mostram que essas condições podem ser revertidas com aclimação em água artificial livre de poluentes e outros agentes estressores. Dos parâmetros analisados, a mortalidade, o fator de condição e as proteínas totais são os mais conclusivos. Estudos adicionais analisando outros biomarcadores fisiológicos são necessários para a melhor compreensão dos efeitos das condições ambientais sobre a fisiologia dos tatuís.

#### **REFERÊNCIAS**

ALBERTONI, E. F., PALMA - SILVA, C., & ESTEVES, F. de A. (2003). Crescimento e fator de condição na fase juvenil de *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille) e *F. paulensis* (Pérez-Farfante) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) em uma lagoa costeira tropical do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira De Zoologia*, 20(3), 409–418. <https://doi.org/10.1590/S0101->

81752003000300008

AMARAL, A. C. Z.; DENADAI, M. R. Caracterização das praias arenosas. In.: AMARAL, A. C. Z.; NALLIN, S. A. H. Biodiversidade e ecossistemas marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Campinas: UNICAMP, 2011.

ARAÚJO, M. S., CASTIGLIONI, D. S., & COELHO, P. A. (2012). Width-weight relationship and condition factor of *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda, Ucididae) at tropical mangroves of Northeast Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 102, 277-284.

BARBOZA, F. R., & DEFEO, O. (2015). Global diversity patterns in sandy beach macrofauna: a biogeographic analysis. *Scientific Reports*, 5(1), 1-9.

BESSA, F., CUNHA, D., GONÇALVES, S. C. & MARQUES, J. C. 2013. Assembleias de macrofauna de praias arenosas como indicadores de impactos antrópicos em dunas costeiras. *Indicadores Ecológicos*, 30:196–204.

BESSA, F., GONÇALVES, S. C., FRANCO, J. N., ANDRÉ, J. N., CUNHA, P. P. & MARQUES, J. C. 2014. Mudanças temporais na macrofauna como indicador de resposta a potenciais pressões humanas em praias arenosas. *Indicadores Ecológicos*, 41:49–57.

BESSA, F., ROSSANO, C., NOURISSON, D., GAMBINERI, S., MARQUES, J. C. & SCAPINI, F. 2013a. Comportamento de *Talitrus saltator* (Crustacea: Amphipoda) numa praia arenosa reabilitada na costa atlântica europeia (Portugal). *Ciência Estuarina, Costeira e de Plataforma*, 117:168–177.

BIANCHINI, A., PLAYLE, R. C., WOOD, C. M., & WALSH, P. J. (2005). Mechanism of acute silver toxicity in marine invertebrates. *Aquatic toxicology*, 72(1-2), 67-82.

BLANKENSTEYN, A.. (2006). O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira De Zoologia*, 23(3), 870–876. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000300034> Acessado em: 25/03/2024.

BRADFORD, Mario M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analytical*

Biochemistry. Volume 72. Pages 248-254. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3).

CANSI, Edison Rogério. Comportamento de escape de *Emerita brasiliensis* (Crustacea, Anomura Hippidae); Schmitt, 1935. 2007. 113 f., il. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) -Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CARDOSO, RS, BARBOSA, CA, SKINNER, VB & CABRINI, MT. 2016. Crustáceos como indicadores ecológicos da saúde das praias arenosas metropolitanas. *Indicadores Ecológicos*,62:154–162

CELENTANO, E.; DEFEO, O. Habitat harshness and morphodynamics: life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguayan sandy beaches. *Marine Biology*, v. 149, n. 6, p. 1453-1461, 2006.

CONTRERAS, H.; DEFEO, O.; JARAMILLO, E. Life history of *Emerita analoga* (Stimpson) (Anomura, Hippidae) in a sandy beach of south central Chile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. v. 48, p. 101–112, 1999.

DAVID, D. D., LIMA, O. G., de SOUSA NÓBREGA, A. M. C., & AMADO, E. M. (2018). Capacity of tissue water regulation is impaired in an osmoconformer living in impacted estuaries?. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 166, 375-382.

DEFEO, O., & MCLACHLAN, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Marine ecology progress series*,295, 1-20.

DEFEO, O., & MCLACHLAN, A. (2013). Global patterns in sandy beach macrofauna: Species richness, abundance, biomass and body size. *Geomorphology*, 199, 106-114.

DEFEO, O.; CARDOSO, R. S. Macroecology of population dynamics and life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Atlantic sandy beaches of South America. *Marine Ecology Progress Series*, v. 239, p. 169-179, 2002.

DELPIRE, E., & GAGNON, K. B. (2018). Water homeostasis and cell volume maintenance and regulation. *Current topics in membranes*, 81, 3-52.

DUGAN, J. E., HUBBARD, D. M. & WENNER, A. M. 1994 Geographic variation in life history of the sand crab, *Emerita analoga* (Stimpson) on the California coast: relationships to

environmental variables. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 181, 255–278.

DUGAN, J. E., WENNER, A. M. & HUBBARD, D. M. 1991 Geographic variation in the reproductive biology of the sand crab, *Emerita analoga* (Stimpson) on the California coast. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 150, 63–81.

EFFORD, I. E. (1976). Distribution of the sand crabs in the genus *Emerita* (Decapoda, Hippidae). *Crustaceana*, 30(2), 169-183.

FERDIN, M. E. et al. *Emerita analoga* (Stimpson) possible new indicator species for the phycotoxin domoic acid in California coastal waters. *Toxicon*, v. 40, n. 9, p. 1259-1265, 2002.

FERRAZ, Mariana, et al. Avaliação da qualidade dos sedimentos da orla de Santos empregando-se ensaios de toxicidade e caracterização da estrutura da comunidade macrobentônica. *O Mundo da Saúde*, São Paulo - 2012;36(4):625-634 Acessado em: 12/05/2024.

FREIRE, C. A., CUENCA, A. L., LEITE, R. D., PRADO, A. C., RIOS, L. P., STAKOWIAN, N., & SAMPAIO, F. D. (2020). Biomarkers of homeostasis, allostasis, and allostatic overload in decapod crustaceans of distinct habitats and osmoregulatory strategies: an empirical approach. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 248, 110750.

Freire, C. A., SOUZA-BASTOS, L. R., AMADO, E. M., PRODOCIMO, V., & SOUZA, M. M. (2013). Regulation of Muscle Hydration Upon Hypo-or Hyper-Osmotic Shocks: Differences Related to Invasion of the Freshwater Habitat by Decapod Crustaceans. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 319(6), 297-309.

G1, Paraíba. Veja lista dos estabelecimentos autuados na orla de João Pessoa por despejo clandestino de esgoto. G1,2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2024/05/15/veja-lista-dos-estabelecimentos-autuados-na-orla-de-joao-pessoa-por-despejo-clandestino-de-esgoto.ghtml>

GILLES, R. (1987). Volume regulation in cells of euryhaline invertebrates. In *Current topics in*

membranes and transport (Vol. 30, pp. 205-247). Academic Press.

GONÇALVES, S. C., ANASTÁCIO, P. M. & MARQUES, J.C. 2013. Bioecologia de crustáceos talitrídeos e tilídeos como ferramenta para monitorar e avaliar a condição de qualidade ecológica de praias arenosas. *Indicadores Ecológicos*, 29:549–557..

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-19072007-132207/publico/mainara.pdf>.

GONZÁLEZ, S.A., YÁÑEZ-NAVEA, K. & MUÑOZ, M. 2014. Effect of coastal urbanization on sandy beach coleopteran *Phaleria maculata* (Kulzer, 1959) in northern Chile. *Marine Pollution Bulletin*, 83: 265–274.

KARNIOL-MARQUEZ, M. R. 2007. Morfodinâmica de um segmento da praia da Ilha Comprida, litoral sul do Estado de São Paulo. Acessado em: 25/03/2024

KHADEMZADEH, OMID; HAGHI, MAHSA. Length-weight relationship and condition factor of white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in culture systems of Choebdeh, West-South of Iran. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5.1: 298-301. 2017.

KLOBUCAR, G. I., MALEV, O., ŠRUT, M., ŠTAMBUK, A., LORENZON, S., CVETKOVIĆ, Ž., & MAGUIRE, I. (2012). Genotoxicity monitoring of freshwater environments using caged crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Chemosphere*, 87(1), 62-67.

KOMAR, P. D. *Beach Processes and Sedimentation*. 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1998.

LANCELLOTTI, D. A., & STOTZ, W. B. (2004). Effects of shoreline discharge of iron mine tailings on a marine soft-bottom community in northern Chile. *Marine Pollution Bulletin*, 48(3-4), 303-312.

LERCARI, D., & DEFEO, O. (1999). Effects of freshwater discharge in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis* in Uruguay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49(4), 457-468.

LERCARI, D., & DEFEO, O. (2003). Variation of a sandy beach macrobenthic community along a human-induced environmental gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58,

17-24.

LIGNOT, J. H., SPANINGS-PIERROT, C., & CHARMANTIER, G. (2000). Osmoregulatory capacity as a tool in monitoring the physiological condition and the effect of stress in crustaceans. *Aquaculture*, 191(1- 3), 209-245.

LIONETTO, M. G., CARICATO, R., & GIORDANO, M. E. (2021). Pollution biomarkers in the framework of marine biodiversity conservation: State of art and perspectives. *Water*, 13(13), 1847.

LORENZON, S.; MARTINIS, M.; FERRERO, E. A. Ecological Relevance of Hemolymph Total Protein Concentration in Seven Unrelated Crustacean Species from Different Habitats Measured Predictively by a Density- Salinity Refractometer. *Journal of Marine Biology*, v. 2011, p. 1–7, 2011.

MAIER, Hermann Ludwig. Regulação da proteína HSP70 em *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura) de áreas contaminadas por metais-traço. 2016. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Geral) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/D.41.2016.tde-07122016-090855.

MANNING, L. M., PETERSON, C. H., & BISHOP, M. J. (2014). Dominant macrobenthic populations experience sustained impacts from annual disposal of fine sediments on sandy beaches. *Marine Ecology Progress Series*, 508, 1-15.

MATTHEWS-CASCON, H.; LOTUFO, T. M. C. (Orgs.) *Biota Marinha da Costa Oeste do Ceará*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. v. 1. 268p.

MCLACHLAN, A. Sandy beaches ecology – a review. In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (eds.) *Sandy Beaches as Ecosystems*. The Hague, W. Junk Publishers, p. 321- 380, 1983..

MCLACHLAN, A., DEFEO, O., JARAMILLO, E. & SHORT, A.D. 2013. Sandy beach conservation and recreation: guidelines for optimising management strategies for multi-purpose use. *Ocean & Coastal Management*, 71: 256–268

MCNAMARAM, J. C., & Freire, C. A. (2022). Strategies of invertebrate osmoregulation: an evolutionary blueprint for transmuting into fresh water from the sea. *Integrative and comparative biology*, 62(2), 376-387.

- MENSAH, P. K., MULLER, W. J., & PALMER, C. G. (2012). Using growth measures in the freshwater shrimp *Caridina nilotica* as biomarkers of Roundup® pollution of South African freshwater systems. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 50-52, 262–268. doi:10.1016/j.pce.2012.08.003
- MONTEIRO, D. A., KALININ, A. L., RANTIN, F. T., & MCKENZIE, D. J. (2021). Use of complex physiological traits as ecotoxicological biomarkers in tropical freshwater fishes. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 335(9-10), 745-760.
- PERRY, D. M. Factors influencing aggregation patterns in the sand crab *Emerita analoga* (Crustacea: Hippidae). *Oecologia*, v. 45, n. 3, p. 379-384, 1980.
- PETRACCO, M., CARDOSO, R. S., CORBISIER, T. N., & Turra, A. (2012). Brazilian sandy beach macrofauna production: a review. *Brazilian Journal of Oceanography*, 60(4), 473-484.
- POERSCH, L., CAVALLI, R. O., WASIELESKY, W. J., CASTELLO, J.P., PEIXOTO, S.M. Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Ciência Rural*, v.36, n.4, p.1337-1343. 2006.
- REYES-MARTINEZ, M. J., RUIZ-DELGADO, M. C., SÀNCHEZ-MOYANO, J. E., & GARCÍA-GARCÍA, F. J. (2015). Response of intertidal sandy-beach macrofauna to human trampling: An urban vs. natural beach system approach. *Marine environmental research*, 103, 36-45.
- SANTOS, M. e. m; FERREIRA, C. N. Influencia das variáveis ambientais sobre a macrofauna bêntica de praias arenosas. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 41, e5, p. 1-09, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/231205880>  
Acessado em: 12/05/2024.
- SAUCO, S. et al. Effects of herbicides and freshwater discharge on water chemistry, toxicity and benthos in a Uruguayan sandy beach. *Marine Environmental Research*, v. 70, n. 3-4, p. 300–307, set. 2010.
- SCHATZLEIN, F. C.; COSTLOW JR, J. D. Oxygen consumption of the larvae of the decapod crustaceans, *Emerita talpoida* (Say) and *Libinia emarginata* Leach. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, v. 61, n. 3, p. 441-450, 1978.

- SCHLACHER, T. A., & THOMPSON, L. (2012). Beach recreation impacts benthic invertebrates on ocean-exposed sandy shores. *Biological Conservation*, 147(1), 123- 132.
- SCHMITT, WL. 1935. Crustacea Macrura e Anomura de Porto Rico e Ilhas Virgens. *Pesquisa Científica de Porto Rico e Ilhas Virgens*,15:125–227.
- SILVA, A.S. et al. Percepção e Educação Ambiental com os usuários da praia de Arpoeiros, Acaraú (CE), Revbea, São Paulo, V. 16, No 3: 101-116, 2021.
- SILVA, L. L. M. Aspectos ecológicos da epifauna bêntica dos manguezais de Parna- Açú, Ilha de São Luís – MA: Epifauna de substratos móveis do mesolitoral. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 1997.
- STELLING-MADEIRA, P, T., CLARCK, GF & POBRE, A. G. 2016. Respostas dos caranguejos fantasmas à mudança do habitat das praias arenosas urbanas. *Pesquisa Ambiental Marinha*,116:32–40.
- STRANGE, K. (2004). Cellular volume homeostasis. *Advances in physiology education*, 28(4), 155-159.
- SUDEMA. Qualidade dos Mares. Superintendência de Administração do Meio Ambiente – SUDEMA, 2024. Disponível em: <https://sudema.pb.gov.br/noticias/relatorio-da-sudema-aponta-mais-quatro-trechos-de-praias-liberados-para-banho>
- THABET, R., AYADI, H., KOKEN, M., & LEIGNEL, V. (2017). Homeostatic responses of crustaceans to salinity changes. *Hydrobiologia*, 799, 1-20.
- URESH, K. et al. Fisiologia ambiental do caranguejo mole *Emerita asiática*, em uma área de descarga de usinas na costa leste da Índia. *Poluição Ambiental*, v. 88, n. 2, p. 133-136,1995.
- VELOSO, V. G., NEVES, G., LOZANO, M., PEREZ HURTADO, A., GAGO, C. G. & HORTAS, F. 2008. Respostas dos anfípodes talitrídeos a um gradiente de pressão recreativa causado pela urbanização das praias.
- VELOSO, V. G., SILVA, E. S., CAETANO, C. H., & CARDOSO, R. S. (2006). Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro



State, Brazil. *Biological Conservation*, 127(4), 510-5.

VELOSO, V. G., SILVA, E. S., CAETANO, C. H., & CARDOSO, R.S. 2006. Comparação entre a macroinfauna de praias urbanizadas e protegidas no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Conservação Biológica*, 127:510–515

VIEIRA, J.V. 2015. Efeitos dos distúrbios antrópicos associados ao uso recreativo na fauna de praias: Implicações para o manejo e conservação. Curitiba. Acessado em: 25/03/2024

WALKER, S. J., SCHLACHER, T. A., & THOMPSON, L. M. (2008). Habitat modification in a dynamic environment: the influence of a small artificial groyne on macrofaunal assemblages of a sandy beach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79(1), 24-34

WEATHERLEY, A.H. & H.S. GILL 1987. *The Biology of Fish Growth*. London, Academic Press, 443p.

WEATHERLEY, A.H. 1972. *Growth and Ecology of Fish Populations*. London, Academic Press, 293p.

XAVIER, J. M. Relação peso/comprimento e fator de condição de *Xiphopenaeus* spp. (Decapoda: Penaeidae) do complexo de Baía-estuário de Santos/São Vicente, São Paulo, Brasil. Bauru, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/1f499b08-578a-451a-6398ec2ee64a/content>

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiro de tudo agradeço a Deus, que sempre me manteve firme para continuar nessa jornada, por mais difícil que pareceu ser, e foi, nunca me senti sozinha e tinha a certeza que iria dar tudo certo. A minha família que sempre me apoiou, nunca me deixaram desistir. Ao meu filho, que nasceu no meio dessa jornada, e só acrescentou, me manteve mais centrada e dedicada, a ele dedico essa conquista.

Aos amigos que a UEPB me trouxe, muitos levarei para a vida, especialmente a Dayanne que foi minha parceria nesses anos, compartilhando momentos difíceis e felizes, obrigada! Aos demais colegas, que em algum momento compartilharam comigo toda essa

intensidade que é a graduação.

Aos professores, por todo o conhecimento compartilhado.

A minha orientadora professora Enelise, por aceitar me guiar nessa etapa final, com muita dedicação e paciência. A Larissa e ao Adolpho que sempre se dispuseram a me ajudar, e me ajudaram muito. Obrigada!

E principalmente a mim, que pensou em desistir milhares de vezes nesses anos, mas encarou cada desafio de cabeça erguida e se desdobrou em milhares de versões em uma só, para conseguir chegar até aqui. Obrigada a mim! É só o início...