



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**LUANA SILVEIRA ARAÚJO**

**A COMPOSIÇÃO DO SEDIMENTO PODE EXERCER INFLUÊNCIA SOBRE O  
COMPRIMENTO DA CONCHA DE MOLUSCOS EM ESTUÁRIOS TROPICAIS  
INVERSOS E POSITIVOS?**

**CAMPINA GRANDE**

**2019**

**LUANA SILVEIRA ARAÚJO**

**A COMPOSIÇÃO DO SEDIMENTO PODE EXERCER INFLUÊNCIA SOBRE O  
COMPRIMENTO DA CONCHA DE MOLUSCOS EM ESTUÁRIOS TROPICAIS  
INVERSOS E POSITIVOS?**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

**Área de concentração:** Ecologia.

**Orientador:** Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa

**Coorientadora:** Me. Wilma Izabelly Ananias Gomes

**CAMPINA GRANDE**

**2019**

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.

A659c Araújo, Luana Silveira.

A composição do sedimento pode exercer influência sobre o comprimento da concha de moluscos em estuários tropicais inversos e positivos? [manuscrito] / Luana Silveira Araújo. - 2019.

24 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2019.

"Orientação : Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa, Departamento de Biologia - CCBS."

1. Malacofauna. 2. Moluscos. 3. Estuários tropicais. I.

Título

21. ed. CDD 577.6

LUANA SILVEIRA ARAÚJO

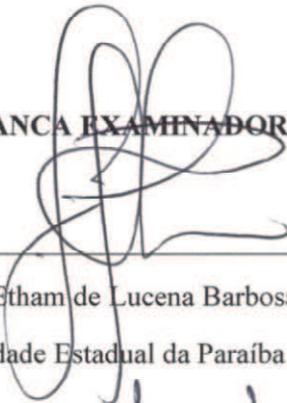
**A COMPOSIÇÃO DO HABITAT PODE EXERCER INFLUÊNCIA SOBRE O  
COMPRIMENTO DA CONCHA DE MOLUSCOS EM ESTUÁRIOS TROPICAIS  
INVERSOS E POSITIVOS?**

Trabalho de Conclusão de Curso  
(Artigo) apresentado ao Departamento  
do Curso de Ciências Biológicas da  
Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

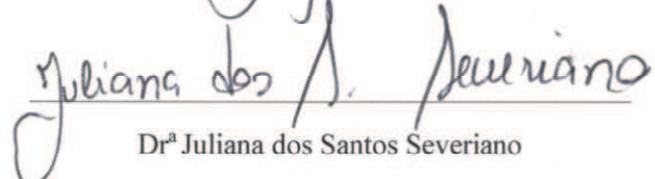
Área de concentração: Ecologia.

Aprovada em: 19/11/2019.

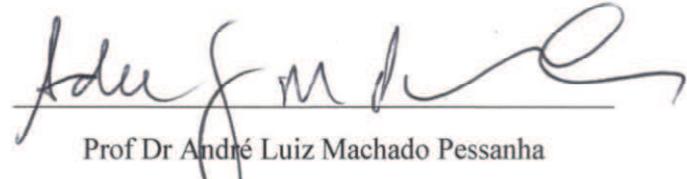
**BANCA EXAMINADORA**



\_\_\_\_\_  
Prof Dr. José Etham de Lucena Barbosa (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



\_\_\_\_\_  
Dr.ª Juliana dos Santos Severiano  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



\_\_\_\_\_  
Prof Dr André Luiz Machado Pessanha  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ao meu amado Jesus Cristo...

E ao Espírito Santo, por ser meu amigo  
fiel...

“Até aqui nos ajudou o Senhor.”

(1 Samuel: 7,12).

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	7
<b>2.1 Área de Estudo</b> .....	7
<b>2.2 Delineamento amostral</b> .....	9
<b>2.3 Dados ambientais</b> .....	9
<b>2.4 Dados biológicos</b> .....	9
<b>2.5 Análises Estatísticas</b> .....	10
<b>3. RESULTADOS</b> .....	10
<b>3.1 Dados biológicos</b> .....	10
<b>3.2 Dados ambientais</b> .....	11
<b>3.3 Relação entre o Tamanho da concha e a Composição do sedimento</b> .....	17
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	15
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	16
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	17

# **A COMPOSIÇÃO DO SEDIMENTO PODE EXERCER INFLUÊNCIA SOBRE O COMPRIMENTO DA CONCHA DE MOLUSCOS EM ESTUÁRIOS TROPICAIS INVERSOS E POSITIVOS?**

Autor: Luana Silveira Araújo\*<sup>1</sup>

## **RESUMO**

Estuários são ecossistemas de transição entre águas marinhas e continentais, podendo ser classificados de acordo com a composição granulométrica, teores de matéria orgânica e salinidade. Estes, sofrem alterações ambientais e antrópicas, sendo refletidas nos atributos funcionais dos moluscos que habitam estes locais, definindo sua distribuição de acordo com o tipo de substrato e matéria orgânica existente nele, influenciando o tamanho de sua concha. Com base nestas informações, este estudo teve como objetivo, avaliar a relação existente entre composição do sedimento e as categorias de tamanho da malacofauna estuarina. Coletou-se em quatro estuários com gradiente salino distintos: Tubarão e Casqueira (Inversos), Mamanguape e Passos (Positivos). Aplicou-se PERMANOVAs para verificar a diferença entre os dados biológicos e ambientais, dentro dos estuários e das zonas, utilizando da BIOENV para as correlações. A PERMANOVA não acusou diferenças na composição do sedimento entre os estuários inversos e positivos e suas respectivas zonas. Observou-se que os organismos sofrem influência não só de uma partícula de tamanho específico, mas sim pela associação de partículas com tamanhos variados. Estudos como esse, fornece informações sobre a dinâmica da comunidade de moluscos e funcionamento do ecossistema estuarino.

Palavras-chave: Malacofauna. Composição granulométrica. Tamanho da partícula. Funcionamento ecossistêmico.

## **ABSTRACT**

Estuaries are transitional ecosystems between marine and continental waters and can be classified according to particle size composition, organic matter content and salinity. These undergo environmental and anthropogenic changes, being reflected in the functional attributes of the mollusks that inhabit these places, defining their distribution according to the type of substrate and organic matter existing in it, influencing the size of their shell. Based on this information, this study aimed to evaluate the relationship between sediment composition and estuarine malacofauna size categories. It was collected in four distinct saline gradient estuaries: Shark and Casqueira (Inverse), Mamanguape and Passos (Positive). PERMANOVAs were applied to verify the difference between biological and environmental data within estuaries and zones using the BIOENV for correlations. PERMANOVA did not show differences in sediment composition between inverse and positive estuaries and their respective zones. Organisms were observed to be influenced not only by a particle of specific size, but by the association of particles of varying sizes. Studies such as this provide information on the dynamics of the shellfish community and the functioning of the estuarine ecosystem.

Keywords: Malacofauna. Particle size composition. Particle Size Ecosystem functioning.

---

\*Luana Silveira Araújo- Graduanda de Bacharelado em Ciências Biológicas  
Email: luanaasilveira2@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Atributos funcionais representam características morfo-fisiológicas e fenotípicas das espécies, podendo sofrer alterações devido a influência dos fatores do próprio ambiente em que os organismos estão inseridos (DOLÉDEC; PHILLIPS; TOWNSEND, 2011; REZENDE et al., 2014). Algumas teorias ecológicas estão relacionadas diretamente com os atributos funcionais, como por exemplo, a teoria de Filtros Ambientais, na qual espécies que não se adaptam as condições do ambiente, são selecionadas ou “filtradas”, sobrevivendo somente aqueles organismos que possuem um conjunto de características específicas que permitem sua permanência no habitat, podendo resultar em uma convergência de alguns atributos funcionais dentro da comunidade (KEDDY, 1992; VIEIRA et al., 2008). Em diversos ecossistemas, a abordagem funcional pode auxiliar no entendimento da relação existente entre biota e substrato (MATHOOKO, 1995; DOWNES; ENTWISLE; REICH, 2003) ao exemplo dos estuários.

Estuários são ecossistemas de transição entre águas marinhas e continentais, sofrendo neste processo a influência das marés e descarga de água doce, possuindo características peculiares que fazem deles um sistema altamente dinâmico, demonstrando uma variabilidade espaço-temporal extensa (ZONTA et al., 2007). São classificados baseado nas variações de diversos fatores, principalmente pelo seu gradiente salino (TAGLIAPIETRA; SIGOVINI; GHIRARDINI, 2009). Neste sentido, estuários inversos estão inseridos em áreas onde a alta evaporação excede o aporte de água doce, tornando-os com salinidade superior ou comparada a água do mar, possuindo gradiente inverso, apresentando maior salinidade na montante estuarina (POTTER et al., 2010). Controversamente a estes, os positivos tem como característica possuir a água com mais sais dissolvidos comparados à água doce, mas em menor quantidade em relação à água do mar, ocorrendo um aumento da salinidade em direção a jusante estuarina (MARCENIUK et al., 2013).

Além das características salinas dos estuários, a composição granulométrica estuarina possui um importante papel na distribuição das comunidades, sendo influenciadas pelo tipo de sedimento da região onde habitam (ELLIOTT; MCLUSKY, 2002). Dentre estes organismos, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, que habitam o sedimento das regiões estuarinas, são compostas principalmente por poliquetas, moluscos e crustáceos (DOLBETH et al., 2007; TWEEDLEY et al., 2012; PINNA et al., 2013), exercendo um grande papel nestes ambientes por auxiliar na decomposição da matéria orgânica, ciclagem dos nutrientes e fluxo de energia dos ecossistemas, sendo os moluscos um dos táxons mais abundantes no ambiente aquático bentônico (WILDSMITH et al., 2011; NUNES et al., 2019).

Por possuírem estreita relação com o sedimento, estes organismos também podem ter seu desenvolvimento influenciado pelos teores de matéria orgânica presente no ambiente (DITTMANN et al., 2015). Este fator é de suma importância para as espécies de moluscos durante ou em partes de seu ciclo de vida, pelo fato de fornecerem a eles proteção e recurso alimentar (BRAZEIRO; DEFEO, 1996). Estes animais possuem diversas formas de obtenção de alimento, os gastrópodes são raspadores e coletores devido a presença da rádula, estrutura que funciona como odontóforo raspando o substrato, já os bivalves tem hábito alimentar do tipo filtrador, realizado pelos seu ctenídeos. Devido a estas características apresentadas por eles, o filo mollusca é alvo de estudos diversos sobre atributos (JESUS; MANSO, 2011; LIMA; MELO; MONTEIRO, 2013; COIMBRA, 2018).

Um atributo funcional importante é o tamanho da concha do molusco que exerce influência na sua estratégia alimentar adotada (LUCAS; COSTA, 2016). Utilizando uma comunidade de moluscos, Ghezzi et al. (2018) observou que o tipo e tamanho das partículas do sedimento, exercem influências no metabolismo dos organismos, afetando o crescimento de sua concha. Além disso, analisar a relação entre a composição do sedimento e os atributos funcionais das espécies, fornece informações valiosas para o entendimento da dinâmica ecossistêmica e os papéis destes organismos no ambiente (JONES; FRID, 2009).

Baseando-se nestas informações, este estudo teve como objetivo principal avaliar a relação entre o tamanho da concha dos moluscos e a composição do sedimento de estuários inversos e positivos. Partindo do pressuposto que, ambientes com substrato contendo partículas menores, abrigue espécimes de tamanho diminuto, ao contrário de substratos com partículas maiores, contendo espécies de maior tamanho, esperando-se encontrar o mesmo padrão para ambos os estuários.

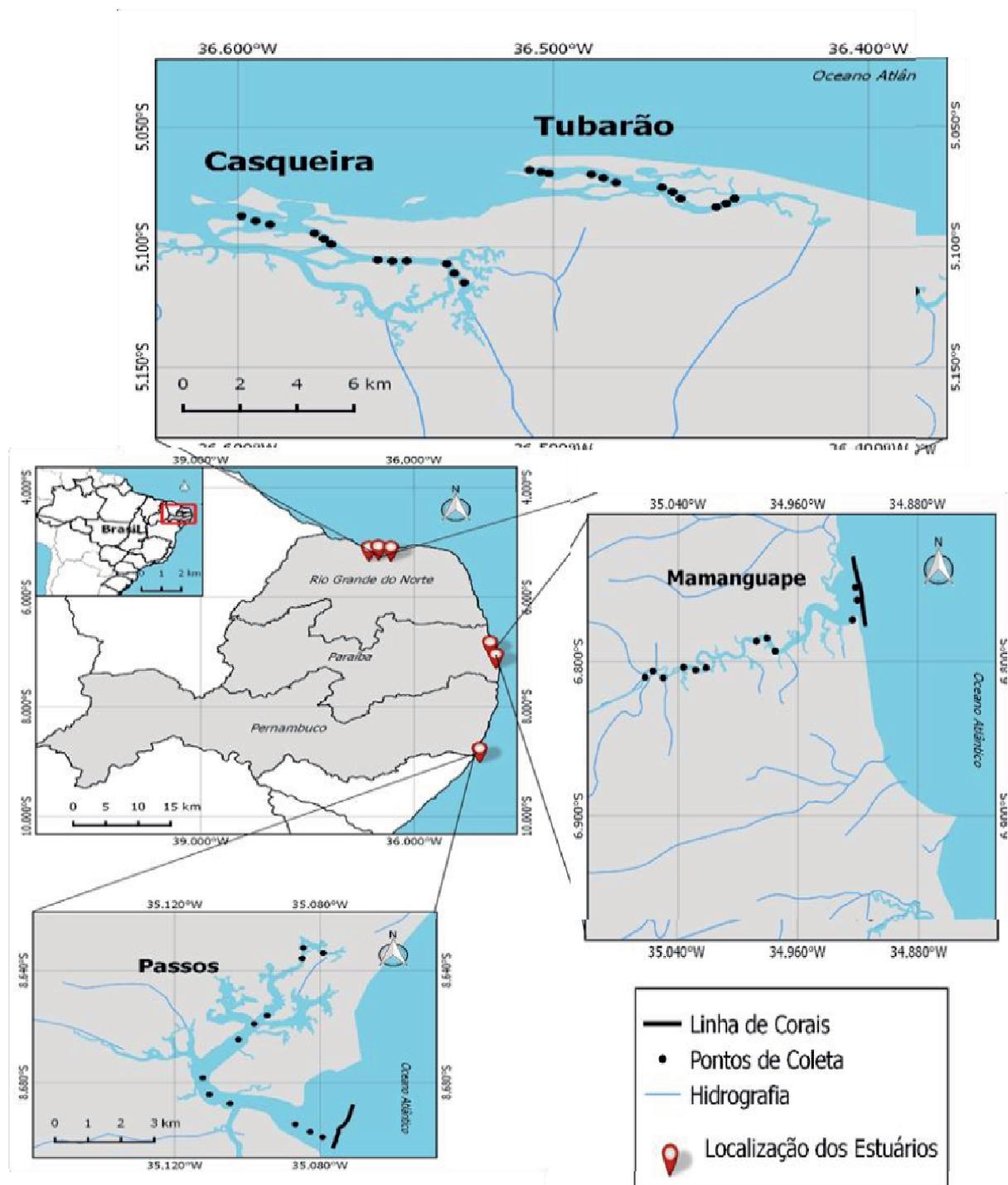
## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Área de Estudo**

O estudo foi realizado nos anos de 2015 e 2016, em dois estuários inversos localizado no estado do Rio Grande do Norte e dois estuários positivos localizados na Paraíba e Pernambuco, nordeste do Brasil (Figura 1). No litoral do Rio Grande do Norte estão os estuários do Rio Tubarão ( $5^{\circ}04' 37''S$ ;  $36^{\circ}27' 24''O$ ) e Rio Casqueira ( $5^{\circ}05' 37''S$ ;  $36^{\circ}32' 21''O$ ). Com uma extensão de 10 km, o estuário do Rio Tubarão ( $5^{\circ}04' 37''S$ ;  $36^{\circ}27' 24''O$ ) está inserido na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), cujo o canal principal apresenta variação de profundidade de 1 a 8 m, com associação de várias camboas e canais de menor profundidade (MEDEIROS, 2006). O Rio Casqueira ( $5^{\circ}05' 37''S$ ;  $36^{\circ}32' 21''O$ ) apresenta semelhança com o Rio Tubarão em relação a profundidade e salinidade, ambos com presença de alguns empreendimentos de carcinicultura e salinas (DIAS; ROSA; DAMASCENO, 2007). A região apresenta uma precipitação entre 1,500 e 700 mm, com clima predominantemente semi-árido, mas com estação chuvosa concentrada entre maio e julho e a intensa estação seca na primavera (Setembro a dezembro) (ALVARES et al., 2013).

No litoral da Paraíba está o estuário do Rio Mamanguape ( $6^{\circ} 46''S$ ;  $34^{\circ} 56' O$ ) está inserido em uma Área de Preservação Ambiental (APA da Barra de Mamanguape) porém, recebe esgotos domésticos, industriais, além de sofrer influência de plantações de cana de açúcar, (AESAs, 2018). A região é caracterizada por um clima quente e úmido, com temperaturas variando entre  $25^{\circ}$  e  $30^{\circ}C$ , com períodos de pluviosidade e de estiagem variáveis ao longo do ano (AESAs, 2018). No litoral de Pernambuco, também inserido em uma área de proteção (APA Guadalupe), o estuário do Rio Passos ( $8^{\circ}37'53,67''S$  e  $35^{\circ} 5'3,81''W$ ;  $8^{\circ}40'50,50''S$  e  $35^{\circ}6'46,44''W$ ), sofre constante impacto da agricultura e práticas de carcinicultura, além das atividades de turismo (SILVA-JÚNIOR et al., 2017). A região litorânea do Pernambuco tem seu período chuvoso em março e agosto, e o seco em setembro e fevereiro, com valores de precipitação variando de 20 mm a 446 mm (SILVA et al., 2009).

**Figura 1.** Mapa dos estuários amostrados. Cada estuário estão divididos em quatro zonas, com três unidades amostradas. Os estuários Casqueira e Tubarão estão inseridos no estado do Rio Grande do Norte, Mamanguape na Paraíba e Passos em Pernambuco, nordeste do Brasil.



## 2.2 Delineamento amostral

As coletas foram realizadas no período seco das regiões, definiram-se quatro zonas distintas (zona I- Montante, zona II e zona III- intermediária e zona IV- Jusante), dentre as zonas, estabelecerem-se três pontos e em cada ponto foram realizadas três unidades amostrais reunindo 12 pontos de amostragens e 36 réplicas. As coletas foram realizadas na porção subtidal ao longo do estuário e durante a maré baixa.

## 2.3 Dados ambientais

Considerou-se a composição granulométrica e os teores de matéria orgânica a fim de avaliar a composição do sedimento dos estuários tropicais. O material sedimentar foi coletado em cada ponto de amostragem, por meio da draga Van Veen (477 cm<sup>2</sup>), posteriormente levado ao laboratório para processo de secagem em estufa. A fim de obter a composição granulométrica do sedimento coletado, utilizou-se o método do peneiramento proposto por (BROWN et al., 2012) que por agitação mecânica, ocasiona a separação das partículas, utilizando seis peneiras de diferentes tamanhos de malha: argila (<38 µm), silte (38-63 µm), areia fina(63–250 µm), areia média (250–500 µm), areia grossa (500–1000 µm) e cascalho (>1000 µm).

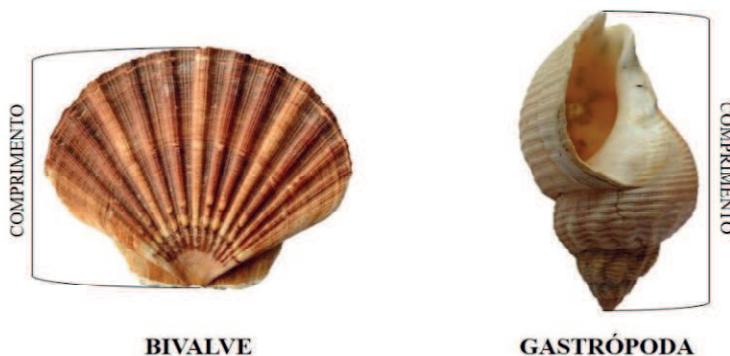
A matéria orgânica foi estimada a partir do método de gravimetria, onde duas réplicas com alíquotas de 3g de sedimento foram calcinadas em forno mufla a 550°C durante quatro horas. O percentual foi calculado a partir da diferença entre o peso inicial e o peso após a calcinação.

## 2.4 Dados biológicos

As amostras da assembleia de moluscos foram coletadas com o auxílio da draga Van Veen com 477 cm<sup>2</sup> de área amostral. Posteriormente, as amostras foram lavadas em peneiras sobrepostas de malhas 1 e 0,5 mm. Em laboratório, os moluscos foram conservados em etanol a 70% e identificados ao nível de gênero, utilizando chaves especializadas (TUNNELL et al., 2010; WILD SMITH et al., 2011).

Foram realizadas as medições do comprimento das conchas dos moluscos: gastrópodes e bivalves, utilizando um paquímetro manual, considerando somente as conchas que possuíam o corpo mole do molusco, conchas vazias foram descartadas (Figura 2). Após as medições, estabeleceu-se quatro categorias de tamanho: CAT\_I (< 5 mm), CAT\_II (5\_10 mm), CAT III (10\_20 mm) e CAT IV (>20 mm) (Figura 2).

**Figura 2** – Padrão de medidas utilizado para medição da malacofauna, analisando o comprimento a partir das duas extremidades da concha.



Fonte: Do próprio autor.

## 2.5 Análises Estatísticas

Para verificar se existem diferenças na abundância das categorias de tamanho e a composição do sedimento entre os estuários Inversos e Positivos, e entre as zonas (ZONA I, II,III,IV) foi aplicada análises de variância multivariada permutacional PERMANOVA (ANDERSON; GORLEY; CLARKE, 2008) utilizando 9999 permutações sendo  $p \leq 0,05$ .

Com o intuito de estabelecer correlações entre a composição do sedimento e as categorias de tamanho da malacofauna, utilizou-se a BIOENV aplicando a correlação de Spearman (CLARKE; AINSWORTH, 1993). Os dados biológicos foram transformados em raiz quadrada, e os ambientais em arcoseno. Posteriormente, utilizou-se como matriz de dissimilaridade: Bray-Curtis para o biológico e a distância euclidiana para o ambiental. Todas estas análises estatísticas foram realizadas no programa PRIMER+PERMANOVA 6.0.

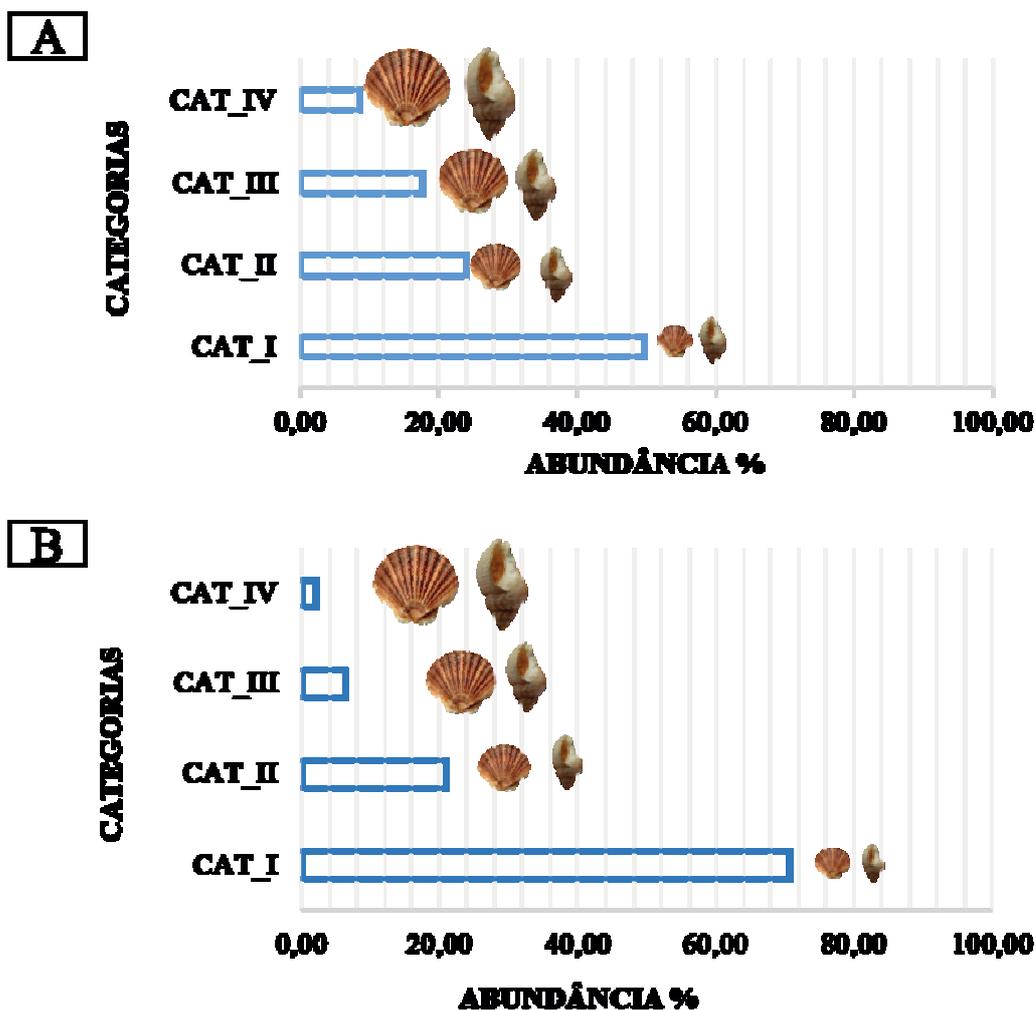
## 3. RESULTADOS

### 3.1 Dados biológicos

Foram realizadas as medições de 965 organismos nos estuários inversos, sendo 587 bivalves e 378 gastrópodes, já nos positivos mediu-se no total, 512 indivíduos, 375 bivalves e 137 gastrópodes, totalizando 1.477 indivíduos identificados e medidos. Houve uma maior abundância de moluscos com tamanho maior nos estuários inversos (CAT\_IV = 8,53 %), quando comparados com os positivos (CAT\_IV = 2,07 %) com a maior parte dos organismos alocados na categoria de menor tamanho (CAT\_I = 70,81 %) (Figura 3).

Segundo a PERMANOVA, não houve diferenças nas categorias de tamanho da concha dos moluscos entre os estuários inversos (Pseudo- $F_{1,23} = 2,6007$ ;  $P = 0,0849$ ), como também entre as zonas (Pseudo- $F_{3,23} = 1,3868$ ;  $P = 0,2144$ ). O mesmo padrão foi acusado nos estuários positivos, sem diferenças entre as zonas (Pseudo- $F_{3,23} = 1,2082$ ;  $P = 0,2802$ ) e os estuários (Pseudo- $F_{1,23} = 1,1642$ ;  $P = 0,3293$ ).

**Figura 3** - Abundância das categorias do tamanho da concha da malacofauna estuarina. (A) Estuários inversos e (B) Estuários positivos, valores expressos em porcentagem.



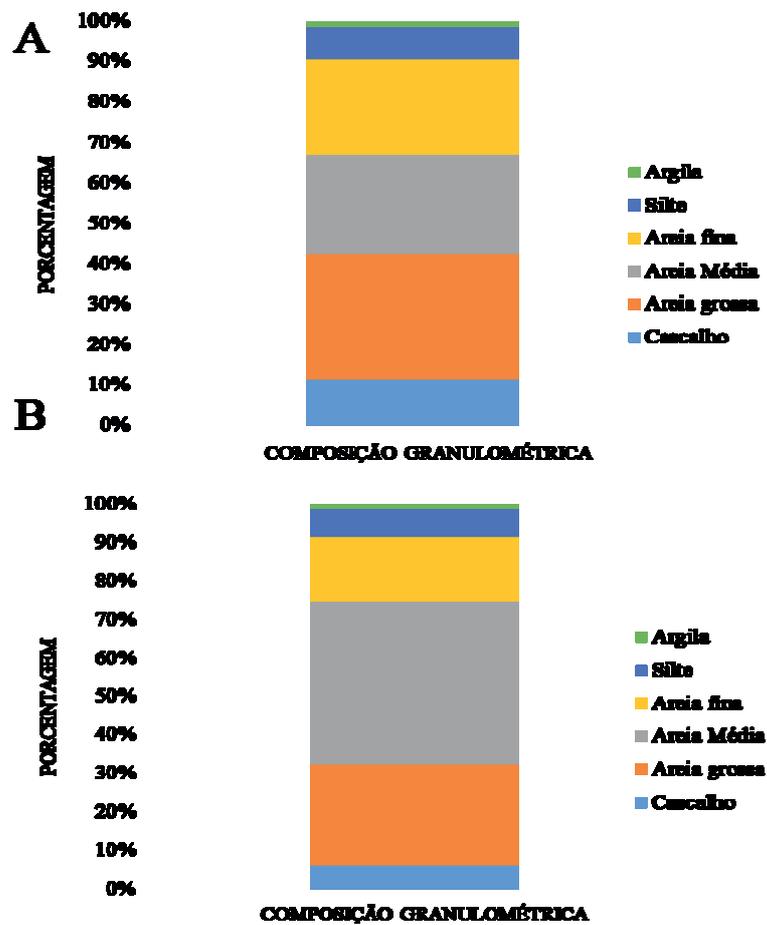
Fonte: Do próprio Autor.

### 3.3 Dados Ambientais

Em ambos os estuários observou-se baixos valores de argila (Inversos: 1,6%; Positivos: 1,3%), com maior predominância de partículas arenosas, principalmente nos estuários positivos, apresentando valores elevados de areia média (Inversos: 15,79; Positivos: 42,4%) (Figura 4), além disso, os estuários positivos possuíram maior teor de matéria orgânica (0,15 gDW) quando comparado aos estuários inversos (0,12 gDW) (Figura 5).

Segundo a PERMANOVA, não houve diferenças na composição do sedimento dos estuários inversos, tanto entre as zonas (Pseudo- $F_{3,19} = 1,3986$ ;  $P = 0,1433$ ), como entre os estuários (Pseudo- $F_{1,19} = 1,3121$ ;  $P = 0,2546$ ). Para os positivos, também não foram encontradas diferenças entre as zonas (Pseudo- $F_{3,23} = 1,2609$ ;  $P = 0,28$ ) e os estuários (Pseudo- $F_{1,23} = 1,0891$ ;  $P = 0,3507$ ).

**Gráfico 2** – Composição granulométrica dos estuários amostrados. Onde: (A) Estuários inversos, (B) Estuários positivos.



Fonte: Do próprio autor

**Figura 5** - Valores da matéria orgânica nos estuários inversos e positivos amostrados.



Fonte: Do próprio autor

### 3.3 Relação entre tamanho da concha e a composição do sedimento

A BIOENV revelou que ambos os estuários, inversos e positivos, tiveram correlação com partículas maiores em todas as categorias. Os estuários inversos obtiveram maiores valores de correlação nas categorias III e IV entre as partículas de cascalho e areia média (CAT\_III: 0,328; CAT\_IV: 0,328), Já nos estuários positivos, os maiores valores foram encontrados na categoria de menor tamanho correlacionada com areia fina (CAT\_I: 0,143) e entre a categoria de maior tamanho com cascalho, areia fina e matéria orgânica (CAT\_IV: 0,115).

**Tabela 1-** Correlações entre a composição do ambiente e as categorias de tamanho da malacofauna de acordo com a BIOENV. A tabela representa as correlações obtidas a partir da BIOENV dos estuários Inversos (Tubarão e Casqueira) sendo: Ar\_gr (Areia Grossa); Ar\_md (Areia Média); Cs (Cascalho); Ag (Argila); St (Silte). Os valores da significância das correlações são expressos em porcentagem.

<b>Categorias</b>		<b>Fatores</b>	<b>Correlações</b>
CAT_I	1	<i>Ar_gr</i>	0,123
	2	<i>Ar_gr - Ag</i>	0,117
	3	<i>Ar_gr - St</i>	0,102
CAT_II	1	<i>Ar_gr</i>	0,066
	2	<i>Ar_gr - Ag</i>	0,062
	3	<i>Ar_gr - St</i>	0,025
CAT_III	1	<i>Cs - Ar_md</i>	0,328
	2	<i>Cs - Ar_md - Ag</i>	0,327
	3	<i>Cs - Ar_gr - Ag</i>	0,317
CAT_IV	1	<i>Cs - Ar_md</i>	0,328
	2	<i>Cs - Ar_md - Ag</i>	0,327
	3	<i>Cs - Ar_gr - Ag</i>	0,317

**Tabela 2-** Correlações entre a composição do ambiente e as categorias de tamanho da malacofauna de acordo com a BIOENV. A tabela representa as correlações obtidas a partir da BIOENV dos estuários positivos (Mamanguape e Passos), sendo: Ar\_fn (Areia fina); Ar\_md (Areia média); Ar\_gr (Areia grossa); Cs (Cascalho); Ag (Argila) St (Silte); Mo (Matéria Orgânica). Os valores da significância das correlações são expressos em porcentagem.

<b>Categorias</b>		<b>Fatores</b>	<b>Correlações</b>
CAT_I	1	<i>Ar_fn</i>	0,143
	2	<i>Ar_fn - Ag</i>	0,138
	3	<i>Ar_gr - Ar_fn</i>	0,131
CAT_II	1	<i>Ar_gr - Ar_fn</i>	0,119
	2	<i>Ar_gr - Ar_fn - Ag</i>	0,118
	3	<i>Ar_gr</i>	0,108
CAT_III	1	<i>Cs - Ar_fn</i>	0,228
	2	<i>Cs - Ar_fn - Ag</i>	0,223
	3	<i>Cs - Ar_gr - Ar_fn</i>	0,177
CAT_IV	1	<i>Cs - Ar_fn - Mo</i>	0,115
	2	<i>Cs - Ar_md</i>	0,105
	3	<i>Ar_gr - Ar_md - St</i>	0,105

#### 4. DISCUSSÃO

Embora de maneira geral, todas as categorias de tamanho tenham se correlacionado com partículas de maior tamanho, os resultados mostram que ocorreu uma associação destas partículas atuando sobre o tamanho das conchas. Com isso, mesmo que as categorias de menor tamanho estejam relacionadas com partículas maiores, também há a interação com as de menor tamanho, este resultado corrobora com a hipótese inicial. Pelo fato de os estuários serem ambientes altamente dinâmicos, conclui-se que o tamanho da concha dos moluscos pode sofrer a influência de mais de uma partícula de tamanho variado ao mesmo tempo. Porém outro fator a ser analisado que pode ter influenciado nesta relação é a salinidade, já que além de participar do processo de formação da concha, também pode ocasionar a diminuição ou aumento do indivíduo, dependendo da concentração de sais (LIU; LI, 2003; PENG et al., 2014).

Observou-se que a composição do sedimento pode influenciar no tamanho da concha dos moluscos, como foi acusado pela BIOENV. Isso deve-se pelo fato de que o substrato destes ambientes, além de servir de abrigo para estes animais, corresponde a principal fonte de alimentação, conseqüentemente, qualquer alteração na composição do sedimento, comprometerá o crescimento da concha do molusco (ADDINO et al., 2016). Por este motivo, a comunidade de molusco tem sido utilizada para estudos da influência da deposição de contaminantes em sedimentos no crescimento das conchas destes organismos, pois dependendo da concentração e do tipo de nutrientes dispostos no substrato, afeta-se a taxa metabólica destas espécies, diminuindo sua taxa de crescimento, além de perpetuarem os contaminantes ingeridos para outras espécies da cadeia alimentar (SPANN et al., 2011; ZHENG et al., 2018; XIE; SIMPSON; WANG, 2019).

Como foi mostrado pela PERMANOVA, não houve diferenças significativas na composição do sedimento dentro dos estuários inversos e positivos, destacando-se o substrato arenoso em ambos os ambientes. Explicando a predominância de organismos menores dentro de todos os estuários, visto que, há um menor oferta de recurso em sedimentos mais finos, conseqüentemente abrigando moluscos menores, opostamente o que ocorre em substratos de partículas grossas, com maior oferta de recurso, apresentando moluscos maiores (KALIŃSKA et al., 2013). Estes organismos, em condições de estresse e limitação dos recursos, principalmente a composição do sedimento, modificam seu desempenho alimentar, podendo investir mais em reprodução, diminuindo sua taxa de crescimento (ABSALÃO, 1991; SOARES-GOMES; PIRES-VANIN, 2003; VISAGGI; KELLEY, 2015).

Além disso, o tamanho das partículas podem exercer influência no papel que estas espécies desempenham no ambiente, por exemplo a bioturbação, como foi observado por St-Onge e Miron (2007) utilizando estados juvenis do molusco *Mya arenaria*. Estes indivíduos foram expostos ao experimento com diversos tipos de sedimentos comprovando que, os tamanhos das partículas possuem um papel significativo no crescimento da concha dos moluscos. Organismos pequenos permanecem em substratos arenosos, conseguindo escapar de possíveis predadores, ocasionando a pausa de seu desenvolvimento, permanecendo em tamanho diminuto. Já os moluscos que habitam substratos maiores, avançam no seu crescimento, adentrando diferentes camadas do sedimento, crescendo em tamanho. O que pode ser observado neste estudo, pois as diferentes associações com as partículas do sedimento, afetaram o crescimento da concha da malacofauna, mesmo que as categorias de menor tamanho tenham apresentado correlação com partículas maiores, também estiveram relacionadas

com partículas mais finas, esta interação pode ter desfavorecido seu desenvolvimento, mantendo o tamanho diminuto da concha.

A matéria orgânica funciona como fonte de alimentação para estes animais, visto que bivalves são conhecidos por filtrar matéria em suspensão, e gastrópodes alimentam-se essencialmente do material sedimentar. Dependendo de sua concentração no habitat uma oferta diferente de alimento será disponibilizada para estes organismos, mudando sua taxa metabólica e conseqüentemente, refletindo no tamanho da concha.(ANEIROS; MOREIRA; TRONCOSO, 2014). Entretanto, neste estudo não apresentou forte influência sobre o tamanho da concha dos moluscos, visto que, somente a categoria IV dos estuários positivos apresentou correlação com a matéria orgânica, isso deve-se por terem sido encontrados maiores valores da matéria orgânica nestes estuários, quando comparados com os inversos. A associação da matéria orgânica com as partículas do sedimento pode ter favorecido o crescimento dos organismos desta categoria, visto que corresponde a indivíduos de maior tamanho da concha.

Contudo, mesmo com todo este conhecimento, há uma grande necessidade de desenvolvimento de trabalhos que utilizem a abordagem funcional como fonte informações sobre a interação entre o habitat e a comunidade de macroinvertebrados principalmente com enfoque na malacofauna estuarina (MUNOZ-LECHUGA et al., 2018). Visto que, estudar ecossistemas estuarinos é de suma importância para sua conservação, já que além de abrigarem alta diversidade de organismos, são responsáveis por grande parte dos serviços ecossistêmicos, provendo subsistência para as comunidades ao redor (SCHLACHER et al., 2008a).

## **5. CONCLUSÃO**

A composição do sedimento exerce influência sobre o tamanho da concha dos moluscos, diminuindo ou aumentando o seu tamanho conforme a interação com o substrato. Observa-se que os organismos sofrem interferência não somente de uma única partícula do sedimento, mas sim pela associação de partículas de tamanhos variados, também sendo influenciados pelos teores de matéria orgânica do ambiente em que estão inseridos. Utilizar a abordagem funcional traz respostas essenciais para o entendimento dos efeitos da composição do sedimento sobre a fauna estuarina.

## REFERÊNCIAS

- ABSALÃO, R. S. Environmental discrimination among soft-bottom mollusc associations off Lagoa dos Patos, South Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 32, n. 1, p. 71–85, 1 jan 1991.
- ADDINO, M. et al. Interaction between a mobile and a sessile species in SW Atlantic mudflats: Lack of negative effects of the mud crab *Cyrtograpsus angulatus* Dana, 1851 on filtration rate and growth of the infaunal clam *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 476, p. 65–71, 1 mar 2016.
- AESA**, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>>. Acesso em: 2 set. 2019.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, p. 711–728, 1 dez 2013.
- ANDERSON, M.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. **PERMANOVA+ for primer: Guide to software and statistical methods**, 2008.
- ANEIROS, F.; MOREIRA, J.; TRONCOSO, J. S. A functional approach to the seasonal variation of benthic mollusc assemblages in an estuarine-like system. **Journal of Sea Research**, v. 85, p. 73–84, 1 jan 2014.
- BRAZEIRO, A.; DEFEO, O. Macroinfauna Zonation in Microtidal Sandy Beaches: is it Possible to Identify Patterns in Such Variable Environments? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 42, n. 4, p. 523–536, 1 abr 1996.
- BROWN, S. et al. Effects of Sediment Contaminants and Environmental Gradients on Macrobenthic Community Trophic Structure in Gulf of Mexico Estuaries. **Estuaries and Coasts**, v. 23, p. 411–424, 14 abr 2012.
- CLARKE, K.; AINSWORTH, M. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. **Marine Ecology Progress Series**, v. 92, p. 205–219, 1 fev 1993.
- COIMBRA, A. G. Distribuição de metais pesados em moluscos e sedimentos nos manguezais de coroa grande e da enseada das garças, Baía de Sepetiba, RJ. **Journal of Science of Food and Agriculture**, 2013.
- DIAS, T. L. P.; ROSA, R. de S.; DAMASCENO, L. C. P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, v. 1, n. 1, 20 mar. 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/2225>>. Acesso em: 9 set 2019.
- DITTMANN, S. et al. Drought and flood effects on macrobenthic communities in the estuary of Australia's largest river system. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 165, p. 36–51, 5 nov 2015.

DOLBETH, M. et al. Anthropogenic and natural disturbance effects on a macrobenthic estuarine community over a 10-year period. **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, n. 5, p. 576–585, 1 maio 2007.

DOLÉDEC, S.; PHILLIPS, N.; TOWNSEND, C. Invertebrate community responses to land use at a broad spatial scale: Trait and taxonomic measures compared in New Zealand rivers. **Freshwater Biology**, v. 56, p. 1670–1688, 13 mar 2011.

DOWNES, B. J.; ENTWISLE, T. J.; REICH, P. Effects of Flow Regulation on Disturbance Frequencies and In-Channel Bryophytes and Macroalgae in Some Upland Streams. **River Research and Applications**, v. 19, n. 1, p. 27–42, 2003.

ELLIOTT, M.; MCLUSKY, D. S. The Need for Definitions in Understanding Estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, n. 6, p. 815–827, 1 dez 2002.

GHEZZO, M. et al. Natural resources and climate change: A study of the potential impact on Manila clam in the Venice lagoon. **Science of The Total Environment**, v. 645, p. 419–430, 15 dez 2018.

JESUS, L. S.; MANSO, C. L. de C. Inventário da coleção de referência de moluscos terrestres e limnicos do LABIMAR, Campus Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe. **Scientia Plena**, v. 6, n. 12(b), 28 jan. 2011. Disponível em: <<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/313>>. Acesso em: 9 set 2019.

JONES, D.; FRID, C. Altering intertidal sediment topography: Effects on biodiversity and ecosystem functioning. **Marine Ecology**, v. 30, p. 83–96, 1 out 2009.

KALIŃSKA, E. et al. Relationship between Folk and Ward (1957) indicators as a tool for analysing the aeolian sedimentary environments, **Simpósio Internacional de Campo**, Janeiro de 2013.

KEDDY, P. A. Assembly and Response Rules: Two Goals for Predictive Community Ecology. **Journal of Vegetation Science**, v. 3, n. 2, p. 157–164, 1992.

LIMA, M.; MELO, M.; MONTEIRO, A. Evaluation of the processing of Perna perna mussels: The influence of water quality involved in the cooling operations in the physico-chemical and microbiological characteristics of the product. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 93, 1 out 2013.

LIU, L. S.; LI, X. Z. Distribution of macrobenthos in spring and autumn in the southern Yellow Sea. **Oceanologia et Limnologia Sinica**, v. 34, p. 26–32, 1 jan 2003.

MARCENIUK, A. P. et al. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthyes e Teleostei) da costa norte do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 4, p. 251–259, dez 2013.

MATHOOKO, J. M. The Retention of Plant Coarse Particulate Organic Matter (CPOM) at the Surface of the Wet-Store and Dry-Store Zones of the Njoro River, Kenya. **African Journal of Ecology**, v. 33, n. 2, p. 151–159, 1995.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, n. 1, p. 41–64, jun 2006.

NUNES, L. a. P. L. et al. Edaphic Fauna in a Vegetation Gradient in the Sete Cidades National Park. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 1, p. 45–51, jan 2019.

PENG, S. et al. Macrobenthic Community Structure and Species Composition in the Yellow Sea and East China Sea in Jellyfish Bloom. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, v. 32, n. 3, p. 576–594, 1 maio 2014.

PINNA, M. et al. The usefulness of large body-size macroinvertebrates in the rapid ecological assessment of Mediterranean lagoons. **Ecological Indicators**, v. 29, p. 48–61, 1 jun 2013.

POTTER, I. C. et al. The concept of an estuary: A definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 87, n. 3, p. 497–500, 30 abr 2010.

**Proposta-de-Criação-do-CBH-LN.pdf**. , [s.d.]. Disponível em:

<<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2019/01/Proposta-de-Cria%C3%A7%C3%A3o-do-CBH-LN.pdf>>. Acesso em: 2 set 2019.

REZENDE, R. S. et al. Effects of Spatial and Environmental Factors on Benthic a Macroinvertebrate Community. **Zoologia (Curitiba)**, v. 31, n. 5, p. 426–434, out 2014.

SILVA, M. H. da et al. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 2, p. 355–368, jun. 2009.

SILVA-JÚNIOR, C. A. B. et al. Functional diversity of fish in tropical estuaries: A traits-based approach

of communities in Pernambuco, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, ECSA 55 Unbounded boundaries and shifting baselines: estuaries and coastal seas in a rapidly changing world. v. 198, p. 413–420, 5 nov 2017.

SOARES-GOMES, A.; PIRES-VANIN, A. M. S. Padrões de abundância, riqueza e diversidade de moluscos bivalves na plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil: uma comparação metodológica. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 717–725, dez 2003.

SPANN, N. et al. Size-dependent effects of low level cadmium and zinc exposure on the metabolome of the Asian clam, *Corbicula fluminea*. **Aquatic Toxicology**, v. 105, n. 3, p. 589–599, 1 out 2011.

ST-ONGE, P.; MIRON, G. Effects of current speed, shell length and type of sediment on the erosion and transport of juvenile softshell clams (*Mya arenaria*). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 349, n. 1, p. 12–26, 28 set 2007.

TAGLIAPIETRA, D.; SIGOVINI, M.; GHIRARDINI, A. V. A Review of Terms and Definitions to Categorise Estuaries, Lagoons and Associated Environments. **Marine and Freshwater Research**, v. 60, n. 6, p. 497–509, 14 jul 2009.

TUNNELL, J., John et al. **Encyclopedia of Texas Seashells. Identification, Ecology, Distribution & History**, 2011.

TWEEDLEY, J. R. et al. The use of benthic macroinvertebrates to establish a benchmark for evaluating the environmental quality of microtidal, temperate southern hemisphere estuaries. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 6, p. 1210–1221, 1 jun 2012.

VIEIRA, L. et al. Comunidade de Carabidae (Coleoptera) em manchas florestais no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 98, n. 3, p. 317–324, set 2008.

VISAGGI, C. C.; KELLEY, P. H. Equatorward increase in naticid gastropod drilling predation on infaunal bivalves from Brazil with paleontological implications. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 438, p. 285–299, 15 nov 2015.

WILDSMITH, M. D. et al. Benthic macroinvertebrates as indicators of environmental deterioration in a large microtidal estuary. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 3, p. 525–538, 1 mar 2011.

XIE, M.; SIMPSON, S. L.; WANG, W.-X. Bioturbation effects on metal release from contaminated sediments are metal-dependent. **Environmental Pollution**, v. 250, p. 87–96, 1 jul 2019.

ZHENG, H. et al. Comparison of the ecotoxicological effects of biochar and activated carbon on a marine clam (*Meretrix meretrix*). **Journal of Cleaner Production**, v. 180, p. 252–262, 10 abr 2018.

ZONTA, R. et al. Measuring and Managing Changes in Estuaries and Lagoons: Morphological and Eco-Toxicological Aspects. **Marine Pollution Bulletin**, v. 55, n. 10–12, p. 403–406, 2007.

## AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço ao Autor e Consumador de todas as coisas, Aquele que me inspira a cada dia ser aquilo que tenho de melhor, que nunca me abandonou, me cobrindo de amor e esperança. Sim, a Ti meu Rei e maior amor, você sabe que nada disso teria acontecido se você não tivesse sonhado antes mesmo de mim... teceste tudo e me acompanhastes até o fim! Muito Obrigada Pai, por ser tão bom e generoso, faltaria me palavras pra expressar a minha eterna gratidão! Sempre acreditei naquilo que Tu me falas: “E nós sabemos que tudo contribui para o bem daqueles que são chamados segundo o projeto dele” (Romanos 8,28) e assim se fez! Obrigada.

Agradeço a minha mãe, que foi uma peça de suma importância para o meu crescimento profissional e pessoal, me ensinando valiosos valores, que levarei até o fim da minha vida. Não teria chegado até aqui se não fosse o esforço e coragem dela, foi ela que bem antes, lutou para que eu tivesse o que tenho hoje. Pra senhora, estendo toda minha gratidão e espero que eu seja motivo de orgulho cada dia mais, e assim, retribuir um pouco de tudo que a senhora me fez. Muito obrigada por não desistir da sua filha topetuda (risos), pela paciência e amor, foi difícil, mas me ensinastes a nunca desistir dos meus sonhos, e te agradeço por isso! Te amo mãe!

Ao meu namorado e amigo, Murilo Oliveira, que sempre me encheu de esperança com suas palavras de conforto, me fazendo acreditar em meu potencial e que tudo no fim iria ficar bem. Obrigado por todo apoio e por aguentar os meus lamentos e lágrimas nos momentos de desespero, como sempre digo, você sempre será meu melhor amigo e companheiro. Obrigada por acreditar em mim e sempre me fazer enxergar o lado positivo das coisas, por não me deixar desistir mesmo nas horas em que eu não tinha mais força para lutar. Mesmo em meio a tantas coisas que aconteceram ao longo deste tempo, as suas palavras foram um combustível de ânimo pra mim e pra isso não

tenho palavras pra agradecer. Te amo, somos uma dupla e sempre jogaremos juntos, muito obrigada!

Raissa Oliveira, o que seria da minha vida sem a sua existência? Minha irmã e confidente, o peixe mais doido e amado da minha vida! Mesmo com a correria dos dias, você sempre permaneceu do meu lado, elevando minha autoestima e sempre acreditando na minha capacidade. Muito obrigada amiga, é a mais pura verdade quando a Palavra diz que, quando achamos um amigo verdadeiro, achamos um tesouro e você é o tesouro que encontrei. Espero que estejamos juntas até o fim dos nossos dias, e que partilhemos muitas alegrias e tristeza, porque na vida não se há só flores, não é mesmo! Te amo Bhibou, muito obrigada por tudo!

Aos meus amigos de turma: Laissa Moraes, Stephanie Evelyn, Estefany Araújo, Yorran Montenegro, Karen Evelyn, Joana Rayelle, Rayssa Barbosa, Regina Coely, Simone, obrigada por partilharem todos os momentos felizes e tristes de nossa graduação, vocês foram e sempre serão peças especiais na minha trajetória, obrigada! Continuando falando dos meus amigos de graduação, quero agradecer em especial ao meu bonde, que sempre acreditou em mim e me deram forças para não desistir de caminhar, eles estiveram presentes não só nos assuntos acadêmicos, mas nos meus dramas pessoais. A vocês: Joelma Nayara (minha parceira de todas as horas, literalmente), Yngwie Magno (obrigada por todos as gargalhadas e sustos, misericórdia), Antônio Marques (O meu colega das tretas e indiretas, mas que também me ajudou nos momentos difíceis da vida) e Socorro Lacerda (HEREGE e minha dupla de dramas científicos) muito obrigada por tudo, que Deus abençoes vocês, mesmo não merecendo, amo vocês (menos Antônio).

A todo Laboratório de Ecologia de Bentos, que não mediram esforços para me ajudar e que só assim tudo isso pode ser feito, somos uma equipe e vocês são demais!

Em especial, queria agradecer a Wilma Izabelly, por toda orientação e conselhos, tudo que sei hoje, devo a você, desde a triagem...as análises estatísticas, muito obrigada Iza, você é um exemplo de dedicação para mim. As minhas amigas: Iara Maria, Erlayne Marques, Sara Nascimento, Dalescka Melo, Francielly Paiva, Carlinda Medeiros, Climélia Nóbrega, Monalisa Olímpio (Que me auxiliou demais, no início da pesquisa, como no processamento de todo material), muito obrigada! Sem vocês, nada disso seria possível, acredito no potencial de cada um e sei que irão muito longe (Se esqueci de alguém, me perdoem!).

Quero agradecer imensamente a esse ser humano excepcional e de grande coração: minha mãe científica Joseline Molozzi. Meu Deus como posso retribuir minha gratidão? Obrigada por me acolher e ser esse exemplo de mulher e mais importante, de ser humano. Admiro demais a pessoa que você se torna a cada dia, sempre encarando as pedras do caminho com um grande sorriso no rosto, você é luz por onde passa, enchendo todo mundo de esperança e amor. Nem preciso mencionar o quanto sua trajetória profissional é grandiosa e motivo de orgulho para mim, faço questão de falar pra todos que sou orientada pela Molozzi, a gaúcha porreta e que ainda irá alcançar cada vez mais, altos voos. Mas não é isso que me faz te admirar tanto, mas sim a pessoa que você é, a sua persistência e positividade é incrível, levarei pra minha vida sempre. Que Nossa Senhora de Fátima interceda por sua vida, seja feliz! Também agradeço ao Professor Etham por em meio as surpresas da vida, ter aceitado me orientar dentro deste período, muito obrigada.

Estendo também minha gratidão para toda a minha família e em especial ao meu avô, que em meio a escrita deste trabalho, partiu para a Glória do Pai, obrigada pelo tempo que passei ao seu lado e sei que cuidas de mim no lugar em que estás!

Por último agradeço a Universidade Estadual da Paraíba que permitiu a realização do meu sonho de cursar uma graduação, tenho orgulho de dizer que fiz parte da história desta instituição. Gratidão