



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

Departamento de Ciências Biológicas

Programa de Pós-Graduação em Zoologia



Ana Carla Soares da Silva

**O aparato bucal do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803)  
(DECAPODA: GRAPSIDAE): variações morfológicas associadas ao ambiente,  
sexo e estágio de desenvolvimento**

ILHÉUS - BAHIA

2019

Ana Carla Soares da Silva

**O aparato bucal do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803)  
(DECAPODA: GRAPSIDAE): variações morfológicas associadas ao  
ambiente, sexo e estágio de desenvolvimento**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Dr. Fabrício Lopes de Carvalho  
Coorientadora: Dr<sup>a</sup>. Erminda da Conceição Guerreiro Couto

ILHÉUS - BAHIA

2019

Ana Carla Soares da Silva

**O aparato bucal do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803)  
(DECAPODA: GRAPSIDAE): variações morfológicas associadas ao  
ambiente, sexo e estágio de desenvolvimento**

Ilhéus, 27 de fevereiro de 2019.

---

Dr. Fabrício Lopes de Carvalho – UFSB  
Orientador

---

Dr<sup>a</sup>. Erminda da Conceição Guerreiro Couto - UESC  
Coorientadora

---

Dr. Sergio Schwarz da Rocha – UFRB  
Membro externo

---

Dr<sup>a</sup>. Edvanda A. Souza de Carvalho - INIBIO  
Membro externo

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, pela oportunidade no curso e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa, fundamental a mim e a tantos outros pós-graduandos neste Brasil.

Ao meu orientador Fabrício Lopes de Carvalho e a minha coorientadora Erminda da Conceição Guerreiro Couto, queridos professores e amigos, por me guiarem durante essa jornada, pelos ensinamentos, pela paciência, dedicação e amizade.

Aos membros da banca, os Professores Doutores Edvanda Carvalho e Sergio Rocha, pelas contribuições ao trabalho.

À minha mãe e amiga Fátima, por todo apoio e conselhos de sempre. Minha irmã Beatriz, tia Branca e a minha madrinha Marta que sempre estiveram dispostas a me auxiliar da melhor forma possível. Aos meus tios Geraldo Soares (*In memorian*) e Climério Pedrosa (*In memorian*), a minha vizinha querida Dorinha (*In memorian*), por todo carinho me dado em vida e incentivo por sempre buscar o melhor de mim. A minha *pet* Maia amiga e companheira.

Meu colega, amigo e companheiro de todas horas Wendel Novais, pessoa importante e fundamental durante todo esse progresso e conclusão desta etapa. Aos amigos que fiz durante o programa, pela amizade e os momentos de descontração.

À Vanda, Letícia, Edirlan, Leildo, Omar e Vanessa, pela ajuda seja nas coletas ou durante o processo de escrita desse trabalho. Agradeço em especial Tamyles por toda ajuda e amizade.

Ao pessoal do Laboratório de Ecologia Bêntica e o Grupo de Pesquisa em Carcinologia e Biodiversidade Aquática por me receberem. A UESC e UFSB pela estrutura física e laboratorial que foram essenciais em algumas etapas desse trabalho.

Ao corpo docente, pelos ensinamentos e amadurecimento na vida acadêmica.

A todos, aqui mencionados ou não, que contribuíram cada um a seu modo durante essa jornada, meu muito obrigado.

Isto sabemos,  
Todas as coisas estão ligadas  
Como o sangue que une uma família....

Tudo o que acontece com a Terra,  
Acontece com os filhos e filhas da Terra.  
O homem não tece a teia da vida;  
ele é apenas um fio.  
Tudo o que faz à teia,  
Ele faz a si mesmo.

-- Ted Perry, inspirado no Chefe Seattle.

O aparato bucal do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (DECAPODA: GRAPSIDAE): variações morfológicas associadas ao ambiente, sexo e estágio de desenvolvimento

## RESUMO

A variação morfológica presente no aparato bucal dos “crustáceos”, mostra o quão variado é o hábito alimentar destes e como isso os possibilita na ocupação de diferentes habitats. O objetivo deste estudo é analisar a morfologia do aparato bucal do caranguejo *Goniopsis cruentata* em função do ambiente, sexo e estágio de desenvolvimento. As coletas foram manuais, realizadas em junho e julho de 2018, em quatro áreas de duas bacias (rios Cachoeira e Mamoã, Ihéus - BA): uma planície não vegetada e três bosques de mangue, sendo um dominado por *Laguncularia racemosa* e dois (um jovem e um maduro) dominados por *Rhizophora mangle*. Em cada área foram obtidos 60 indivíduos. Em laboratório realizou-se a biometria e a retirada das peças bucais e do estômago, acondicionados em etanol 80%. Foram selecionados quatro apêndices (3º, 2º e 1º maxilípede e maxílula) para contagem de cerdas e análise, por microscopia de varredura. Apenas a base do ísquio do 3º maxilípede direito foi analisada por morfometria geométrica. O conteúdo alimentar, de 228 indivíduos, foi analisado pelo Percentual de Pontos e pela Frequência de Ocorrência. A PERMANOVA indicou diferença significativa no conteúdo alimentar entre estágios de desenvolvimento ( $p = 0,001$ ). Em todos os ambientes porífera foi o item mais frequente e abundante. Entretanto, jovens consumiram, com maior frequência, sedimento e material de origem vegetal. A PERMANOVA indicou diferença significativa na dieta para a interação entre estágio de desenvolvimento e ambiente ( $p = 0,014$ ). A Análise Discriminante, com base no número de cerdas, validou apenas o estágio como grupo *a priori*, tendo os jovens menor quantidade de cerdas que os adultos. O número de cerda a partir da PERMANOVA indicou diferença significativa entre os estágios de desenvolvimento ( $p = 0,001$ ) e ambientes ( $p = 0,001$ ), e interação significativa entre estágios desenvolvimento e ambientes ( $p = 0,001$ ). Os tipos de cerdas foram os mesmos entre estágios morfológicos, sexos e ambientes, podendo variar a proporção destes. Para a forma da base do ísquio a ANOVA Procruste indicou diferença significativa somente entre os estágios ( $p < 0,01$ ). A PCA indicou que os jovens apresentam a forma da base do ísquio mais homogeneia em todos os ambientes do que os adultos. A morfologia e o número de cerdas foram semelhantes entre os sexos não indicando dimorfismo sexual. Dessa forma, os resultados indicam que as características ambientais podem atuar como fatores de pressão sobre os indivíduos, fazendo como que estes apresentem diferenças morfológicas que permitam otimizar o forrageio.

**Palavras-chave:** Aratu, dieta, maxilípedes, plasticidade.

The mouthparts of the crab *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (DECAPODA: GRAPSIDAE): morphological variations associated with the environment, sex and stage of development

## ABSTRACT

The morphological variation present in the oral apparatus of "crustaceans" shows how varied their food habit is and how it allows them to occupy different habitats. The objective of this study is to analyze the morphology of the buccal apparatus of *Goniopsis cruentata* in function of the environment, sex and stage of development. The collections were manual, carried out in June and July of 2018, in four areas of two drainage-basin (rivers Cachoeira and Mamoã, Ilhéus – BA): a non-vegetated plain and three mangrove forests, one dominated by *Laguncularia racemosa* and two (a young and a mature) dominated by *Rhizophora mangle*. In each area, 60 individuals were obtained. In the laboratory were carried out the biometry and the removal of the buccal parts and of the stomach and conditioned in 80% ethanol. Four appendices (3rd, 2nd and 1st maxilliped and maxillary) were selected for setae counting and analysis by scanning microscopy. Only the base of the ischium of the 3rd maxilliped right was analyzed by geometric morphometry. The food content of 228 individuals was analyzed by the Percentage of Points and by the Occurrence Frequency. PERMANOVA indicated a significant difference in food content between stages of development ( $p = 0.001$ ). In all environments Porifera was the most frequent and abundant item. However, juveniles consumed, more frequently, sediment and material of vegetal origin. PERMANOVA indicated a significant difference in diet for the interaction between stage of development and environment ( $p = 0.014$ ). The Discriminant Analysis, based on the number of setae, validated only the stage of development as *priori* group, with juveniles having setae than adults. The number of sows from PERMANOVA indicated a significant difference between development stages ( $p = 0.001$ ) and environments ( $p = 0.001$ ), and significant interaction between stages of development and environments ( $p = 0.001$ ). The types of setae have the same morphological between stages, sexes and environments, may vary the proportion of these. For the shape of the ischial base, ANOVA Procruste indicated a significant difference only between the stages ( $p < 0.01$ ). The PCA indicated that youngsters present the ischial base shape plus homogeneity in all environments than adults. Morphology and number of setae were similar between the sex indicating no sexual dimorphism. Thus, the results indicate that the environmental characteristics can act as factors of pressure on the individuals, making them present morphological differences that allow to optimize foraging.

**Key-words:** Red magroove crab, diet, maxilipeds, plasticity.

## Sumário

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| <b>RESUMO.....</b>                                            | <b>vi</b>  |
| <b>ABSTRACT.....</b>                                          | <b>vii</b> |
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                       | <b>1</b>   |
| <b>OBJETIVOS.....</b>                                         | <b>4</b>   |
| Geral.....                                                    | 4          |
| Específicos .....                                             | 4          |
| <b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                              | <b>5</b>   |
| Área de coleta e delineamento amostral .....                  | 5          |
| Análise do conteúdo estomacal .....                           | 7          |
| Análise morfológica das peças bucais e das cerdas .....       | 9          |
| <b>RESULTADOS.....</b>                                        | <b>14</b>  |
| Caracterização dos ambientes por análise granulométrica ..... | 14         |
| Análise do conteúdo estomacal .....                           | 15         |
| Análise morfológica das peças bucais e das cerdas .....       | 18         |
| Morfometria geométrica da base do ísquio .....                | 22         |
| <b>DISCUSSÃO .....</b>                                        | <b>24</b>  |
| <b>CONCLUSÃO .....</b>                                        | <b>27</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                       | <b>29</b>  |



## INTRODUÇÃO

A relação entre morfologia e ambiente é uma área que tem sido estudada, desde antes da biologia moderna, por muitos “naturalistas” (MAROCHI e MASUNARI, 2016). Indivíduos e populações podem apresentar variações em aspectos distintos de suas histórias de vida, possivelmente refletidas em suas características morfológicas. Essa variação surge devido às diferentes respostas à pressão ambiental local (via frequências genéticas, epigenética ou processos fenotípicos) (SOTKA, 2012), estimulando diversos estudos sobre sua função e como estas se relacionavam com o organismo e com o meio (SCHEMBRI, Patrick J, 1982).

Os “crustáceos” compõem um grupo parafilético (RICHTER, MOLLER, e WIRKNER, 2009) e apresentam um notável sucesso, tanto em relação ao número de espécies viventes quanto em termos de colonização de diferentes habitats (MARCHIORI, FORNEL e SANTOS, 2014). A ampla distribuição geográfica dentro desse grupo juntamente com seu notável sucesso de colonização de diferentes habitats está relacionada as variações morfológicas como por exemplo, sua capacidade bucal de manipular diferentes alimentos, refletindo em um aparato bucal complexo e diversificado( COLPO e NEGREIROS-FRANSOZO, 2013; AZIZ e SAHER, 2016).

Este complexo aparato bucal presente na região do cefalotórax apresenta muitas variações desde apêndices ausentes e fundidos, mas no plano básico este aparato é composto por seis pares de apêndices, que compreendem as mandíbulas, as maxilas e maxílulas, além dos primeiros três pares de apêndices torácicos modificados - os maxilípedes 1, 2 e 3 (FACTOR, 1978; GARM e HØEG, 2001). Embora apresentem o mesmo plano básico nas diferentes espécies, exibem modificações na sua forma e função, que evoluíram em resposta à heterogeneidade dos ambientes e aos seus diferentes modos de alimentação (JASZKOWIAK *et al.*, 2015; AZIZ e SAHER, 2016).

Dentro deste grande grupo, a Infraordem Brachyura, que inclui os caranguejos verdadeiros e os siris, apresentam os organismos mais estudados devido a sua importância socioeconômica e ecológica (SOUZA e SILVA, 2009).

Estudos relacionadas à dieta relatam a ampla variedade de itens ingeridos e muitas vezes, a sua categorização dentro desses hábitos alimentares chega a ser difícil. Isso mostra o quanto os braquiúras são plásticos, se adaptando as mudanças nas condições do seu ambiente, no sentido de alimento ofertado, e o quanto a sua alimentação pode influenciar na sua distribuição (KOCH e NORDHAUS, 2010; AZIZ e SAHER, 2016).

Assim, modificações estruturais nos apêndices do aparato refletem comportamentos específicos, como por exemplo o observado em alguns caranguejos verdadeiros, com o hábito carnívoro, que possuem uma crista dentada no terceiro maxilípede (CAINE, 1974; SKILLETER e ANDERSON, 1986), especializada em agarrar e cortar alimentos grandes e duros. Outra variação morfológica importante são as cerdas presentes. O tipo, a quantidade e a disposição das cerdas podem refletir o hábito alimentar e o habitat. Por exemplo, caranguejos de hábito macrófago (*Pseudocarcinus gigas* (Lamarke, 1818)) tendem a apresentar cerdas cúspides, mais robustas, enquanto os micrófagos (*Heloecius cordiformis* (H. Milne Edwards, 1837)) tendem a possuir cerdas mais frágeis e flexíveis, como as paptosas e as plumosas (SALINDEHO e JOHNSTON, 2003). Com relação ao tipo de ambiente, caranguejos que apresentam muitas cerdas do tipo “colher” tendem a ocupar áreas mais arenosas (VOGEL, 1984; LIM, 2005; BEZERRA *et al.*, 2006). Desta maneira, a análise da morfologia do aparato bucal e do conteúdo estomacal dos braquiúros são ferramentas para o entendimento de suas estratégias de alimentação, distribuição e posição na teia trófica, além ampliar o conhecimento sobre a dinâmica ecológica dos mesmos no ambiente (HEEREN e MITCHELL, 1997; CARVALHO e COUTO, 2010).

Estudos realizados com algumas espécies de caranguejos da subfamília Gelasiminae Miers, 1886 - gêneros *Uca* (*Gelasimus*) *vocans* (Linnaeus, 1758) e *Uca* (*Austruca*) *annulipes* (H. Milne Edwards, 1837) (LIM, 2005) e família Grapsidae MacLeay, 1838 (LIRA, 2012), e de siris do gênero *Callinectes* Stimpson, 1860 (ROSAS, LAZARO-CHAVEZ e BUCKLE-RAMIREZ, 1994; OLIVEIRA *et al.*, 2006), sugerem que mudanças ontogenéticas na morfologia do aparato bucal podem estar intimamente ligadas à modificações no desenvolvimento, crescimento e períodos reprodutivos, em reposta ao habitat e

ao uso de recursos alimentares (ROSAS, LAZARO-CHAVEZ e BUCKLE-RAMIREZ, 1994; LIM, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Grapsidae, composta atualmente por oito gêneros, apresenta uma ampla distribuição geográfica e ocupa uma expressiva variedade de habitats. *Goniopsis* De Haan, 1833, representado por três espécies, apresenta apenas uma com ocorrência para o Brasil - *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803), popularmente conhecida como aratu (NG, GUINOT e DAVIE, 2008). Possui ampla distribuição nos dois lados do Atlântico: no Ocidental inclui as Bermudas, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Guianas e Brasil, enquanto no Oriental ocupa desde o Senegal até Angola (MACIEL e ALVES, 2009). São indivíduos ágeis e ocupam diversos habitats, que vão desde manguezais (sobre as raízes ou troncos das árvores) à praias lodosas sem vegetação, braços do mar ou estuários, parecendo preferir o entremarés podendo se deslocar acima do nível da preamar (MELO, 1996; LIMA-GOMES, COBO e FANSOZO, 2011). É caracterizada como oportunista e onívora e sua dieta inclui desde propágulos de mangue, detritos vegetais, macroalgas, moluscos e outros caranguejos menores como o *Aratus pisonii* (H. Milne Edwards, 1837) e até mesmo indivíduos da mesma espécie (COBO e FRANSOZO, 2003; OLMOS e SILVA, 2003; LIMA-GOMES, COBO e FANSOZO, 2011).

A compreensão da relação entre a morfologia e a dieta natural do aratu, nos diferentes ambientes de sua ocorrência, pode auxiliar no entendimento do consumo e da disponibilidade de alimentos, fatores que podem afetar significativamente sua distribuição, muda e reprodução (MCLAUGHLIN e HEBARD, 1961; HINES e RUIZ, 1995).

## OBJETIVOS

### Geral

Analisar a morfologia das peças bucais e a dieta natural do caranguejo *Goniopsis cruentata* em função do ambiente, sexo e estágio morfológico de desenvolvimento.

### Específicos

- Fazer a análise granulométrica dos ambientes estudados
- Descrever a dieta natural da espécie em diferentes ambientes a fim de verificar se há diferença entre os ambientes, o sexo e o estágio;
- Verificar se o número total de cerdas dos apêndices bucais varia em função dos estágios de desenvolvimento, do sexo e/ou do ambiente;
- Analisar se há relação entre tipo de cerdas dos apêndices bucais e dieta, estágios de desenvolvimento, sexo e ambientes;
- Analisar se há relação entre a forma dos apêndices bucais e os estágios morfológicos de desenvolvimento, o sexo e ambientes

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de coleta e delineamento amostral

As coletas foram realizadas nos meses de junho e julho de 2018 em quatro ambientes: planície entre marés não vegetada (PNV) ( $14^{\circ}48'43.05''\text{S}$ ,  $39^{\circ}2'20.78''\text{O}$ ), um bosque de mangue periurbano dominado por *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn., 1807 (ML) ( $14^{\circ}48'52.5826''\text{S}$ ,  $39^{\circ}2'23.43552''\text{W}$ ), localizados no rio Cachoeira, um bosque jovem ( $14^{\circ}34'53.38''\text{S}$ ,  $39^{\circ}3'9.49''\text{O}$ ) e um maduro ( $14^{\circ}35'7.92''\text{S}$ ,  $39^{\circ}3'16.93''\text{O}$ ), ambos dominados por *Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753 (MRJ e MRM) localizados no rio Mamoã, todos no município de Ilhéus, Bahia (Figuras 1 e 2).

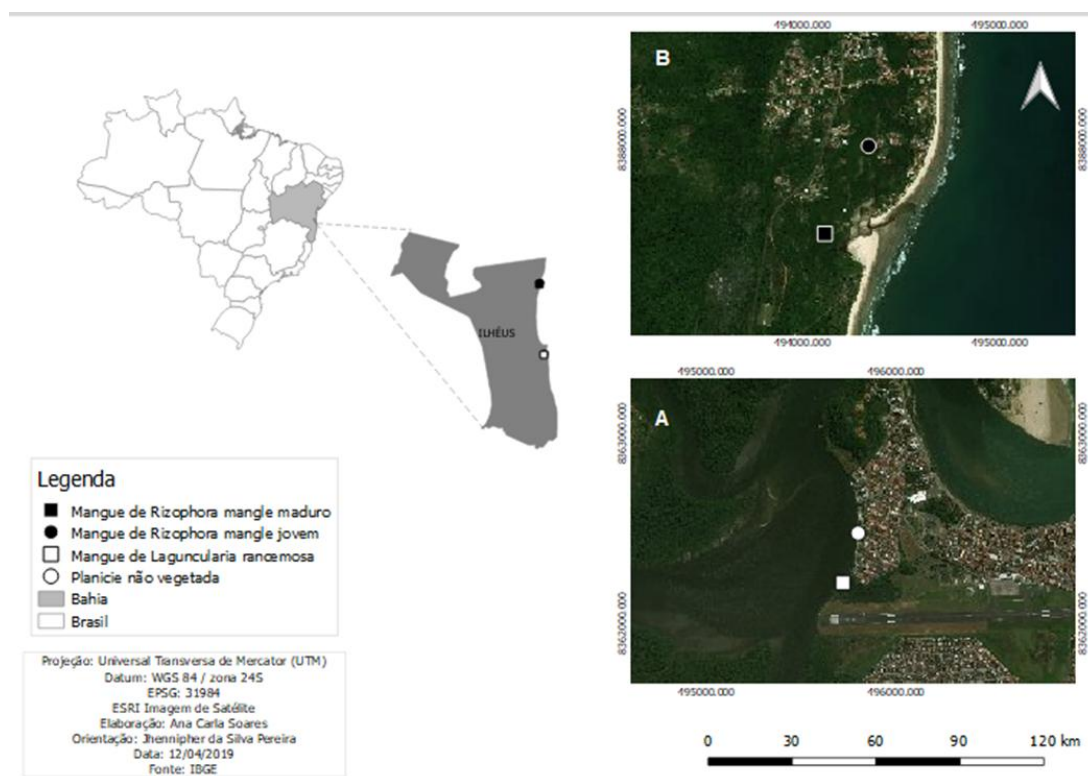


Figura 1– Localização dos pontos de coleta do caranguejo *Goniopsis cruentata* nas bacias dos rios Cachoeira (A) e Mamoã (B), Ilhéus – BA.

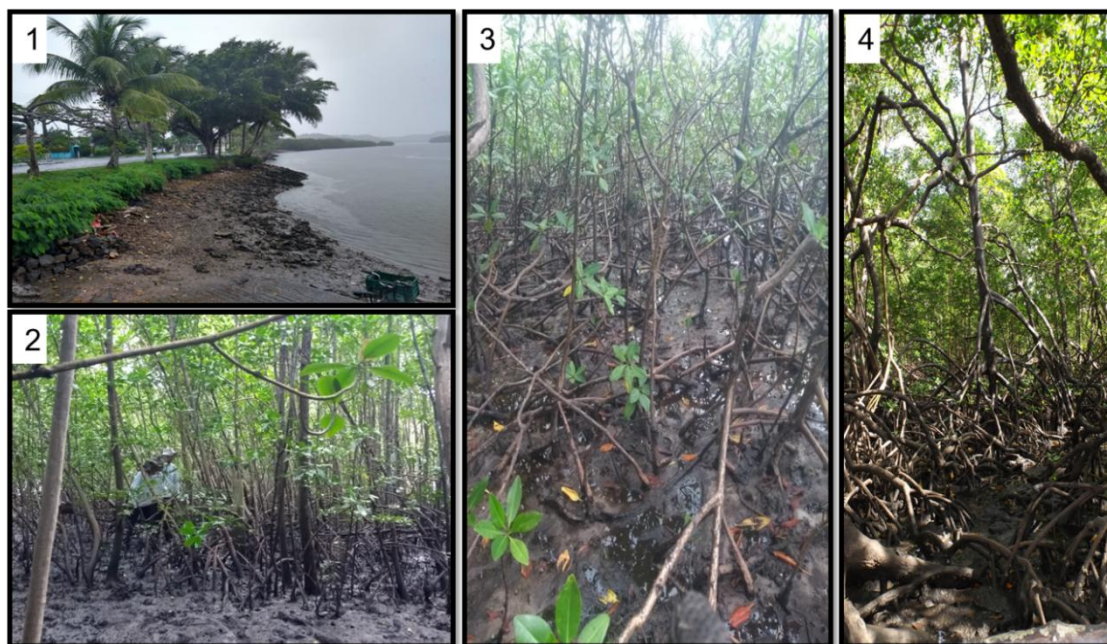


Figura 2– Imagens dos ambientes amostrados. Planície entre marés não vegetada (1), bosque de mangue periurbano dominado por *Laguncularia racemosa* (2), bosque de mangue jovem dominado por *Rhizophora mangle* (3) e bosque de mangue maduro dominado por *R. hizophora mangle* (4).

Os ambientes foram escolhidos devido a estrutura física, tipo de cobertura vegetal, ausência e presença de cobertura vegetal e o tipo de sedimento. Para a caracterização do sedimento em cada ambiente foram coletadas, em triplicata, amostras de sedimento para análise da composição granulométrica. Cada amostra foi mantida congelada, no Laboratório de Ecologia Bêntica (LEB) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), até o momento da análise. Posteriormente foram secas em estufa a 60 °C até obtenção de peso constante e destorroadas. A análise da composição granulométrica foi realizada através do peneiramento a seco e pipetagem, de acordo com o protocolo proposto por Suguio (1973).

A fim de averiguar se havia diferença na composição granulométrica, entre os pontos de coleta, foi aplicada PERMANOVA utilizando a plataforma R, com nível de significância de 0,05.

Em cada ambiente foram coletados 60 indivíduos, sendo 30 fêmeas e 30 machos nos estágios adulto (15 indivíduos) e jovem (15 indivíduos). Esses

organismos foram capturados manualmente e nos ambientes com *R. mangule* houve captura com o auxílio de vara e isca (pedaços de *Aratus pisonii*). A captura foi feita por quatro coletores, ao longo de aproximadamente três horas de esforço amostral, no período da manhã, durante a baixa maré.

Para cada caranguejo foi realizada a verificação do sexo, do estágio de desenvolvimento e medido comprimento da carapaça. O sexo e o estágio de desenvolvimento (jovem ou adulto) foram verificados através da observação do formato do abdome, de acordo com a classificação proposta do Souza (2008) (Figura 3). O comprimento da carapaça foi obtido com paquímetro digital (precisão 0,01mm).

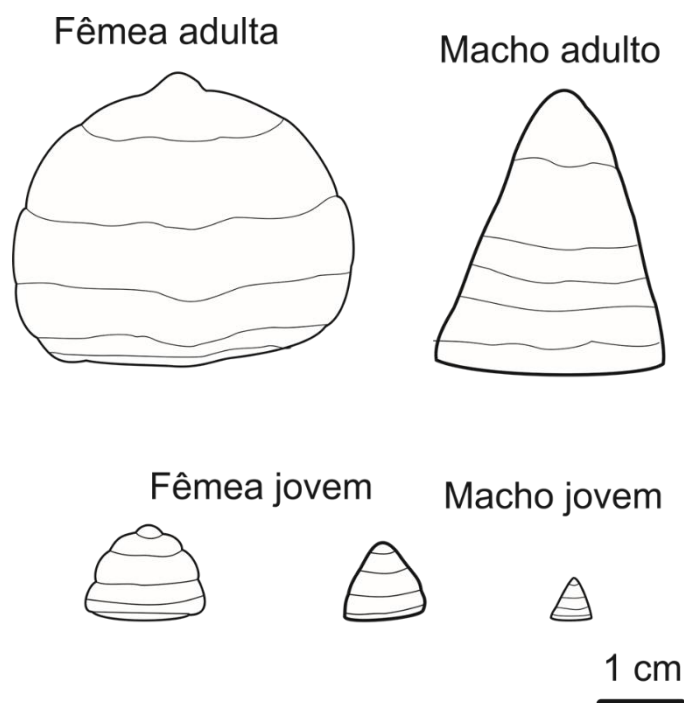


Figura 3 – Imagem ilustrativa do formato do abdômen para sexo e estágio do caranguejo *Goniopsis cruentata* em vista ventral.

Após a captura os indivíduos foram acondicionados em caixa térmica com gelo e posteriormente congelados até serem transportados para o LEB.

#### *Análise do conteúdo estomacal*

Para a análise da dieta foi retirado o estômago, sendo este pesado em balança analítica (precisão 0,0001g) e acondicionado em álcool etílico a 80%.

Estômagos vazios, devido ao processo de pós-muda ou ao horário de coleta, não foram inseridos nessa análise.

O conteúdo alimentar foi identificado, sob esteriomicroscópio (Motic SMZ – 161 e Biotika L60T) e, quando necessário, microscópio ótico (Zeiss – Primo Star), no laboratório do Grupo de Pesquisa em Carcinologia e Biodiversidade Aquática (GPCBio) da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB).

Para análise do conteúdo foram empregados os métodos de percentual de pontos (PP) (SANTOS, 1978) e frequência de ocorrência (FO) (WILLIAMS, 1981). Os pontos dos itens identificados, em cada estômago, foram multiplicados por um fator, atribuído em função no nível de repleção estomacal (0,50 para semivazio, 0,75 para semicheio e 1,00 para totalmente cheio).

O grau médio de repleção (Gr) foi calculado pela expressão:

$$\text{Grau de Repleção} \rightarrow Gr = \frac{\sum (i \cdot fa)}{\sum fa} \text{ onde,}$$

$i$  é o grau de repleção quantificado;  $fa$  é a frequência absoluta do grau  $i$  de repleção (SANTOS, 1978).

A porcentagem para cada item foi calculada segundo a fórmula:

$$\text{Porcentagem de Pontos (PP) para cada } i \text{ item} \left( \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \right) \cdot 100$$

onde,

$a_{ij}$  é o número de pontos que cada item  $i$  obteve no intestino  $j$  de cada animal; e  $A$  o número total de pontos para todos os itens, em todos os animais (WILLIAMS, 1981).

A frequência de ocorrência corresponde à frequência percentual do número de intestinos nos quais ocorre determinado item alimentar, em relação ao número total de intestinos com alimento. É calculada segundo a expressão:

$$\text{Porcentagem da Frequência de Ocorrência (FO)} = \left( \frac{b_i}{N} \right) \cdot 100$$

onde,  $b_i$  é o número de animais nos quais o item  $i$  está presente; e  $N$  é o número de animais da amostra (todos os que possuem conteúdo no intestino) (WILLIAMS, 1981).



A fim de verificar se o conteúdo alimentar diferia entre os fatores (ambiente, sexo e estágio de desenvolvimento), foi aplicada PERMANOVA, utilizando os dados provenientes do percentual de pontos.

#### *Análise morfológica das peças bucais e das cerdas*

No Laboratório do GPCBio, as peças bucais dos 240 organismos foram retiradas, sob microscópio estereoscópio, com auxílio de pinça e estilete. Os seis pares de peças bucais (3º, 2º e 1º maxilípede, maxílula, maxila e mandíbula, correspondendo 1.440 apêndices), foram separados e acondicionados em álcool etílico 80% (Figura 4).

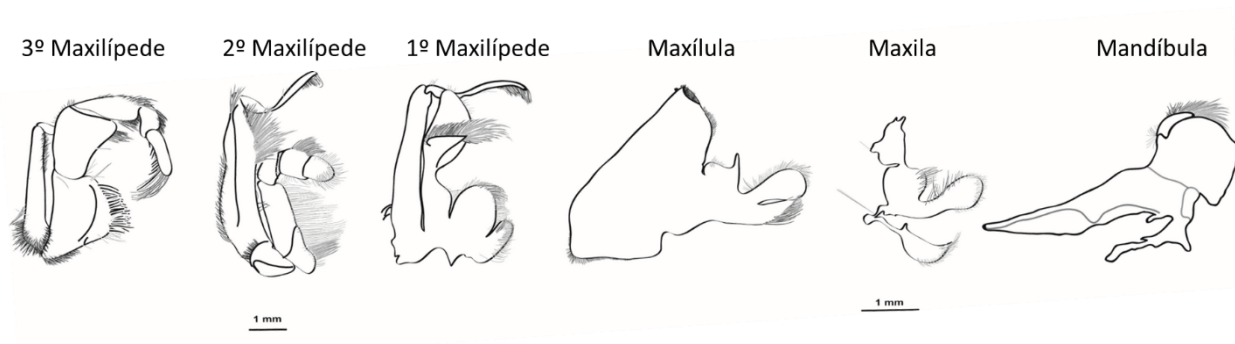


Figura 4 – Imagem ilustrativa das peças bucais do caranguejo *Goniopsis cruentata*.

Dos seis pares de apêndices, apenas quatro apêndices (total da amostra = 960 apêndices) do lado direito foram selecionados para contagem das cerdas (3º, 2º e 1º maxilípede e maxílula), esses apêndices foram escolhidos com base na literatura (AZIZ e SAHER, 2016; NICKELL, ATKINSON e PINN, 1998; SCHEMBRI, Patrick J., 1982; YAMAGUCHI e OGAT, 2000) que indicavam a participação desses apêndices no processo da alimentação, sendo analisado nos mesmos 14 caracteres (Tabela 1).

**Tabela 1:** Caracteres utilizados na contagem de cerdas nos segmentos dos apêndices selecionados em *Goniopsis cruentata*. N = Número.

| N  | Carácter        | Descrição                                                                                                                             |
|----|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ncse_bi         | Número de cerdas simples expostas nos ápices esquerdo e direito da região ventral na base do ísquio no 3º maxilípede.                 |
| 2  | ncpl_bi         | Número de cerdas plumadas laterais na base do ísquio do 3º maxilípede.                                                                |
| 3  | ncls_bi         | Número de cerdas simples na região mesolateral da base do ísquio do 3º maxilípede.                                                    |
| 4  | nclsds_m        | Número de cerdas laterais na região distal do mero do 3º maxilípede.                                                                  |
| 5  | ncse_m          | Número de cerdas simples expostas na região ventral dos lados esquerdo e direito porção inferior e superior do mero no 3º maxilípede. |
| 6  | ncs_d           | Número de cerdas serrilhadas na região inferior distal do dactilo do 3º maxilípede.                                                   |
| 7  | ncse_2seg       | Número de cerdas simples expostas na região ventral do lado esquerdo do 2º segmento no 3º maxilípede.                                 |
| 8  | ncc_d           | Número de cerdas cúspida na região inferior distal do dactilo do 2º maxilípede.                                                       |
| 9  | csp_ed          | Cerdas simples menores na região superior do endopodito do 1º maxilípede.                                                             |
| 10 | csg_ed          | Cerdas simples menores na região superior do endopodito do 1º maxilípede.                                                             |
| 11 | cp_ed           | Cerdas plumadas no endopodito na região proximal do 1º maxilípede.                                                                    |
| 12 | nd_edistal      | Número de cerdas cúspides na região inferior distal do endito distal da maxílula.                                                     |
| 13 | nd_eproximal    | Número de cerdas simples na região ventral distal do enditoproximal da maxílula.                                                      |
| 14 | ndli_endopodito | Número de cerdas cúspides na lateral inferior no endopodito da maxílula.                                                              |

A contagem das cerdas foi realizada em três segmentos no 3º maxilípede (base do ísquio, mero e dáctilo), um segmento no 2º maxilípede (dáctilo), no endopodito do 1º maxilípede e, no endito distal, endito proximal e endopodito da maxílula (Figura 5).

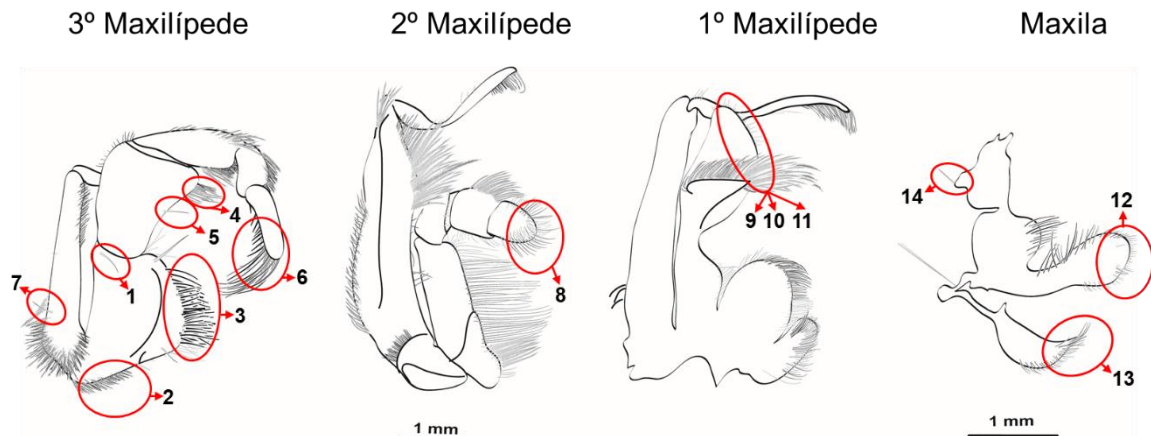


Figura 5 – Apêndices bucais selecionados em *Goniopsis cruentata* para a contagem de cerdas. As regiões circuladas em vermelho foram a parte do segmento que tiveram as cerdas contadas e as numerações correspondem aos caracteres listados na Tabela 1.

Foi aplicada a função discriminante para verificar os agrupamentos em função do número de cerdas presentes, nas diferentes estruturas, em função dos fatores (ambiente, sexo e estágio de desenvolvimento), e PERMANOVA para verificar se havia diferença entre eles. Nas duas análises foi utilizada a equação alométrica  $Y = aX^b$ , para remover o efeito da variação do comprimento da carapaça (X) no comprimento de cada caractere selecionado (Y), em cada amostra, padronizando todas os caracteres de acordo com,

$$Y_i^* = Y_t \left[ \frac{\bar{X}}{X_t} \right]^b$$

onde  $Y_i^*$  é o comprimento medido para cada caractere, em cada indivíduo;  $Y_t$  é o comprimento da carapaça de cada indivíduo;  $\bar{X}$  é o valor médio dos comprimentos de carapaça e  $X_t$  é o valor máximo do comprimento de carapaça (LLEONART, SALAT e TORRES, 2000).

Após a contagem das cerdas, a base do ísquio do terceiro maxilípede direito de cada organismo foi posicionado em vista ventral para a obtenção de imagens (estereomicroscópio Motic SMZ – 161 com câmera acoplada Moticam ISP 1.3MP) e tomadas fotos (aumentos de 10X, 20X e 30X), a fim de avaliar a variação de forma através da técnica de morfometria geométrica. Foram definidos seis *landmarks* (Tabela 2) para a base do ísquio de referência, em vista frontal (Figura 6).

**Tabela 2:** Configuração dos landmarks na base do ísquio direita do 3º maxilípede do caranguejo *Goniopsis cruentata*. LM= landmarks.

| LM | Descrição                                  |
|----|--------------------------------------------|
| 1  | Ápice externo ventral distal               |
| 2  | Ápice interno ventral distal               |
| 3  | Máxima curvatura interna                   |
| 4  | Ponto de cicatrização da base com o ísquio |
| 5  | Ponto de interseção com o endopodito       |
| 6  | Máxima curvatura externa                   |

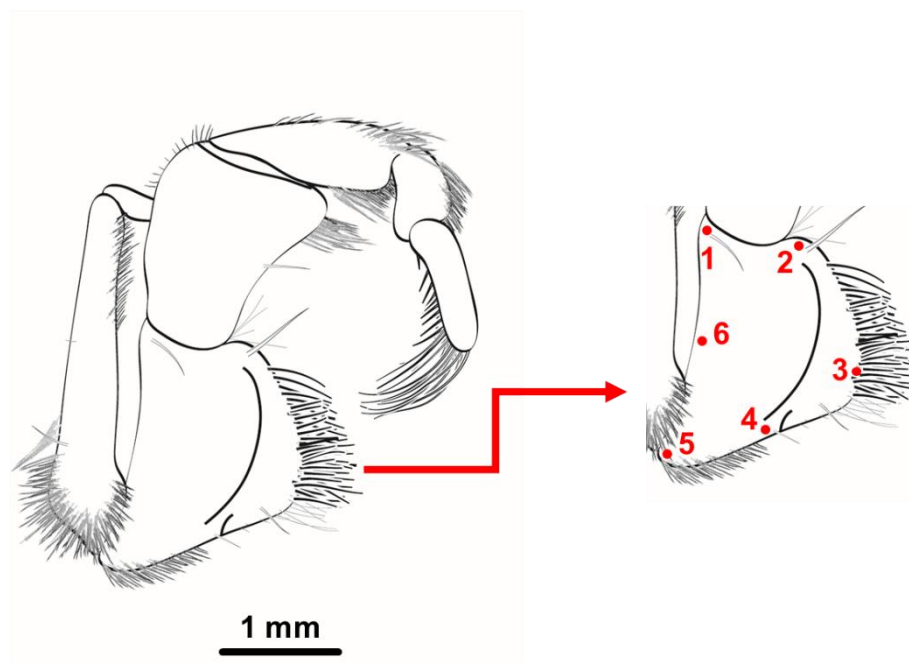


Figura 6 – Posição dos marcos anatômicos (landmarks) vista ventral da base do ísquio do terceiro maxilípede do caranguejo *Goniopsis cruentata*.

A configuração do marco anatômico fornece um sistema de coordenadas em um plano cartesiano que representa a forma dos organismos, no qual as técnicas morfométricas geométricas descrevem a variação da forma sem os efeitos de tamanho, posição e rotação (MONTEIRO e REIS 1999, ZELDITCH *et al.*, 2004). Os pontos de referência dos marcos anatômicos foram digitalizados com os programas tpsUtil (ROHLF, 2008) e tpsDig2 (ROHLF, 2008).

Para avaliar mudanças de forma na morfologia da base do ísquio direito do 3º maxilípede, foi extraída uma matriz de variância/covariância das coordenadas de Procrustes, para representar a variação de forma do apêndice de cada organismo através de uma Análise de Componentes Principais (PCA) e ANOVA Procustre para verificar se havia diferença entre os grupos. Todas as análises foram realizadas usando o software MorphoJ, versão 1.06d (KLINGENBERG, 2011).

Para a observação dos tipos de cerdas após a execução dos processos acima executados, segmentos do terceiro e segundo maxilípede foram seccionados com o auxílio de estiletes e analisados com o uso de microscopia eletrônica de varredura.

Os segmentos, conservados em etanol 80%, foram primeiramente desidratados em etanol 95%, na sequência foram realizadas duas séries de etanol 100%, tendo cada uma a duração de 15 minutos. A secagem foi realizada com HMDS (hexametildisilazano), por 5 minutos. Todo o procedimento de desidratação e secagem foi realizado no GPCBio. Após período de secagem de 12 h, as amostras foram montadas em *stubs* e receberam cobertura de liga de ouro em um metalizador Bal-Tec SCD-050, seguindo o protocolo descrito por Martin *et al.* (2007) e De Grave & Goulgding (2011), adaptado por Carvalho (2014).

As amostras foram observadas e micrografadas em um microscópio eletrônico de varredura Quanta 250 (FEI Company), no Centro de Microscopia Eletrônica (CME - UESC). As imagens foram processadas no Inkscape vector graphics editor v.0.92.3.

A classificação dos tipos de cerdas foi realizada com base nos trabalhos de Garn & Hoeg (2000) e Coelho & Rodrigues (2001).

## RESULTADOS

### Caracterização dos ambientes por análise granulométrica

O sedimento em todos os ambientes estudados foi caracteristicamente arenoso - areia fina a areia média, variando apenas as proporções de participação.

Algumas amostras aparecem sobrepostas por apresentarem composição granulométrica muito semelhante entre elas (Figura 7). Os pontos com maior quantidade de finos são os do Rio Cachoeira principalmente no mangue dominado por *Laguncularia racemosa*, já aqueles com menor participação são do Rio Mamoã principalmente do mangue jovem dominado por *Rhizophora mangle*. Aqueles que apresentaram uma má seleção de partículas foram os pontos coletados no Rio Cachoeira principalmente a planície não vegetada, já o melhor são os pontos do Rio Mamoã principalmente do mangue jovem dominado por *Rhizophora mangle*.

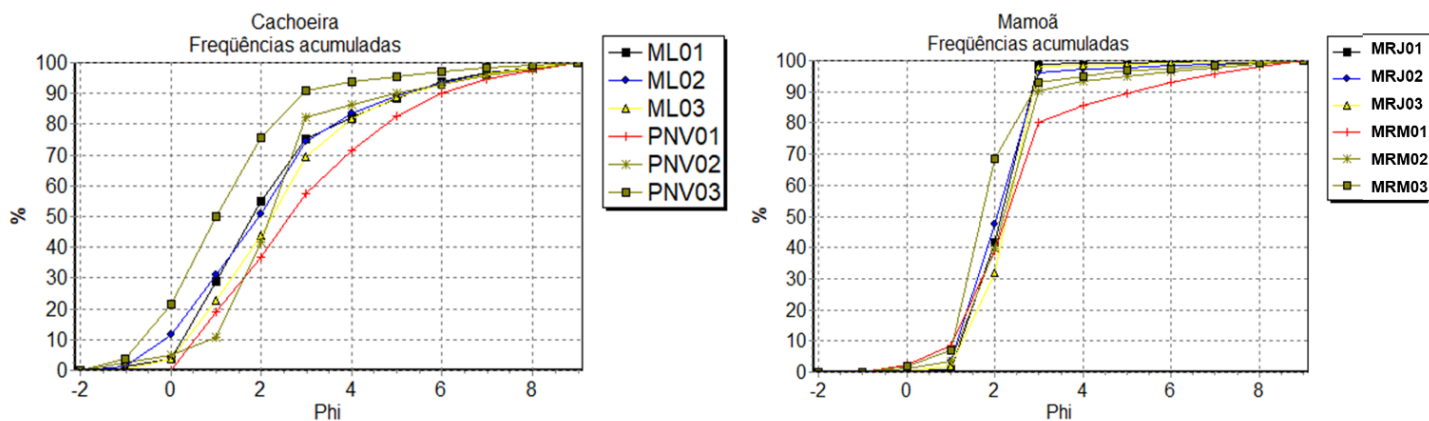


Figura 7– Frequência acumulada das frações granulométricas em *phi*. PNV (planície não vegetada), ML (mangue dominado por *Laguncularia racemosa*), MRJ (mangue jovem dominado por *Rhizophora mangle*) e MRM (mangue maduro dominado por *Rhizophora mangle*).

Embora todos tenham sido classificados como arenosos, a PERMANOVA indicou diferença significativa entre eles ( $p = 0,009$ ).

### *Análise do conteúdo estomacal*

Foi analisada a dieta de 228 indivíduos. Neste estudo foram reconhecidas oito categorias de conteúdo alimentar: fragmentos de vegetais superiores, fragmentos de macroalgas, espículas e fragmentos de esponja, gastrópodes, crustáceos, insetos, material em estágio avançado de digestão – MONI e sedimento (Tabela 3).

**Tabela 3:** Descrição dos itens alimentares encontrados no estomago *Goniopsis cruentata* nos manguezais do rio Cachoeira e Mamão.

| Item alimentar | Descrição                                                                                                         |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vegetal        | Fragmentos e fibras maceradas de folhas e galhos, folhas menos digeridas, fragmentos de raízes.                   |
| Macroalga      | Fragmentos filamentosos de algas.                                                                                 |
| Porífero       | Fragmentos macerados e espículas.                                                                                 |
| Gastrópode     | Conchas de pequenos gastrópodes inteiros.                                                                         |
| Crustáceo      | Fragmento de carapaça, partes dos apêndices, dácilios, quelípodos. Indivíduos íntegros de copépodes e ostrácodes. |
| Inseto         | Apêndices articulados, asas membranosas, antenas, ommatídeos (olhos compostos).                                   |
| MONI           | Material em estágio avançado de digestão.                                                                         |
| Sedimento      | Areia, silte e argila.                                                                                            |

Porífera (fragmentos e espículas) foi o item alimentar mais frequente e pontuado em todos os ambientes analisados. Sedimento foi o segundo item mais pontuado na planície não vegetada e no mangue jovem dominado por *Rizophora mangle*, enquanto no bosque dominado por *Laguncularia racemosa* e no mangue maduro dominado por *R. mangle* fragmentos de material vegetal foram o segundo item mais pontuado (Figura 8).

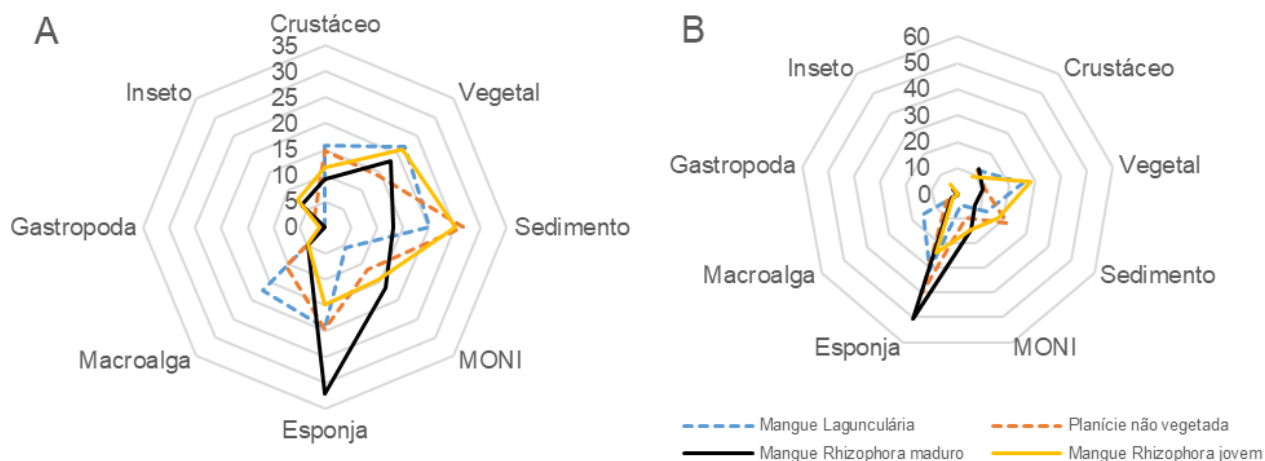


Figura 8 – Frequência (A) e pontuação (B) percentual para os itens alimentares presentes na dieta do caranguejo *Goniopsis cruentata*, nos ambientes analisados nos rios Cachoeira e Mamoã, Ilhéus, Bahia.

Tanto para Frequência de Ocorrência quanto para o Percentual de Pontos, sedimento foi o item mais frequente na dieta dos jovens para fêmeas e machos em todos os ambientes analisados, com exceção das fêmeas no mangue jovem dominado por *R. mangle*, no qual o item fragmento vegetal se destacou. Os adultos, tanto para a Frequência de Ocorrência quanto para o Percentual de Pontos, apresentaram como item alimentar mais relevante as esponjas, seguido de material vegetal e macroalgas, para ambos os sexos e em todos os ambientes. Os itens como insetos foi mais pontuado para os adultos rio Mamoã e crustáceos foi observado na dieta dos organismos adultos em todos os ambientes. O estágio de MONI foi mais observado entre as fêmeas (Figura 9).



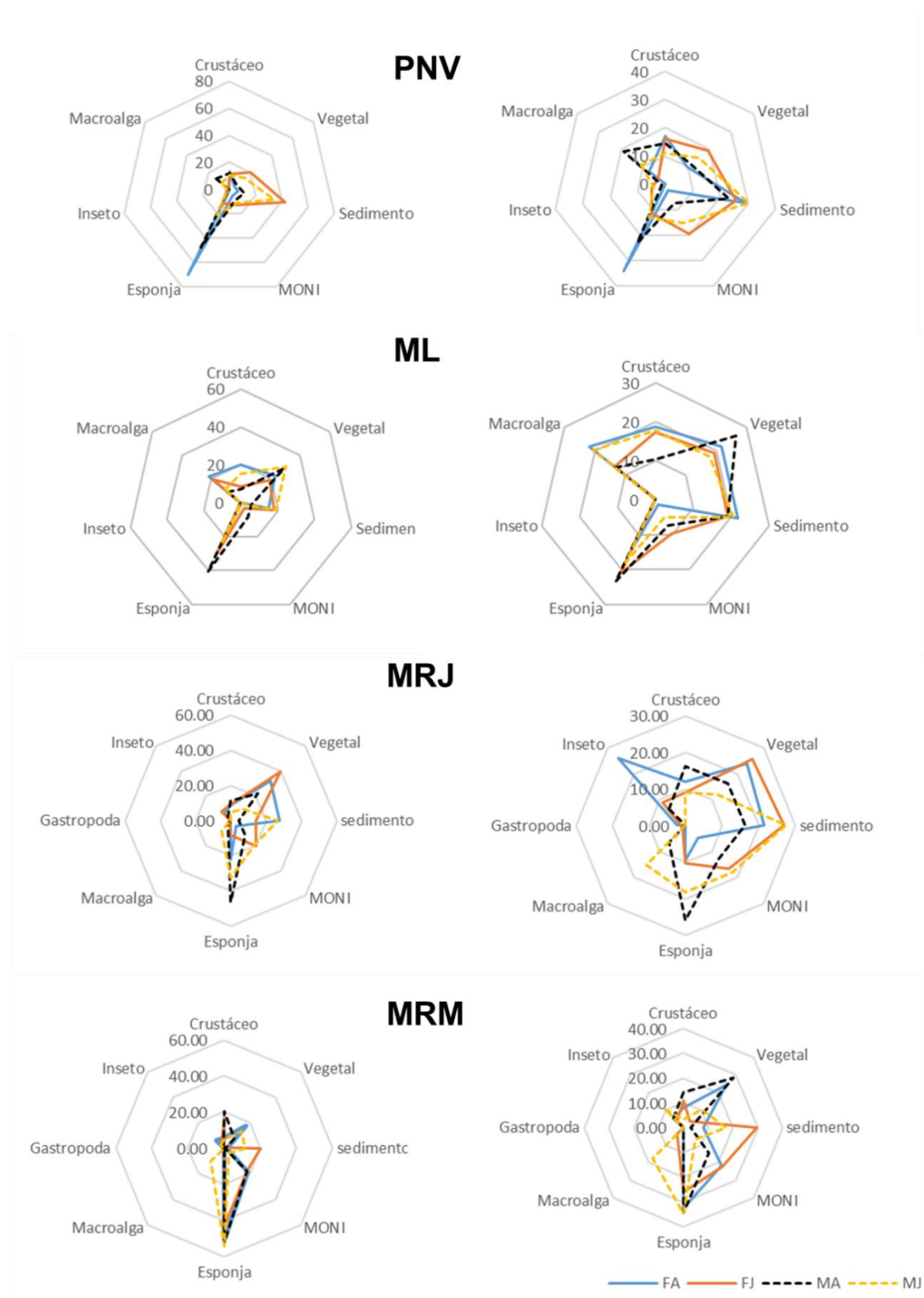


Figura 9 – Frequência e pontuação percentual do conteúdo alimentar do caranguejo *Goniopsis cruentata*, entre os estágios de desenvolvimento e sexo, nos ambientes analisados nos rios Cachoeira e Mamoã, Ilhéus, Bahia. PNV (planície não vegetada), ML (mangue dominado por *Laguncularia racemosa*), MRJ (mangue jovem dominado por *Rhizophora mangle*) e MRM (mangue maduro dominado por *Rhizophora mangle*).

O conteúdo alimentar diferiu significativamente entre adultos e juvenis ( $p = 0,001$ ), mas não apresentou diferença significativa entre machos e fêmeas ( $p = 0,068$ ) e nem entre ambiente ( $p = 0,090$ ). Houve interação significativa entre os estágios e os ambientes ( $p = 0,014$ ), mas não entre sexo e estágio ( $p = 0,082$ ), ou sexo e ambiente ( $p = 0,384$ ) e nem entre esses três ( $p = 0,780$ ).

#### *Análise morfológica das peças bucais e das cerdas*

A Análise de Função Discriminante resultou em 14 funções, sendo que oito delas explicam 100% da variação (Tabela 4). As duas primeiras funções, com maior peso para o estágio de desenvolvimento e para a diferença entre os ambientes PNV e ML, explicam 69% da dispersão dos dados.

**Tabela 4:** Proporção de variação relativa e acumulada de cada função discriminante linear (LD).

|     | Variação (%) | Variação acumulada (%) |
|-----|--------------|------------------------|
| LD1 | 47,98        | 47,98                  |
| LD2 | 21,15        | 69,13                  |
| LD3 | 8,98         | 78,11                  |
| LD4 | 7,46         | 85,57                  |
| LD5 | 5,36         | 90,93                  |
| LD6 | 4,13         | 95,06                  |
| LD7 | 3,16         | 98,22                  |
| LD8 | 2,38         | 100,6                  |

Foi possível observar a formação de dois grupos principais influenciados pelo fator estágio e grupos menores formados pelos ambientes (Figura 10).

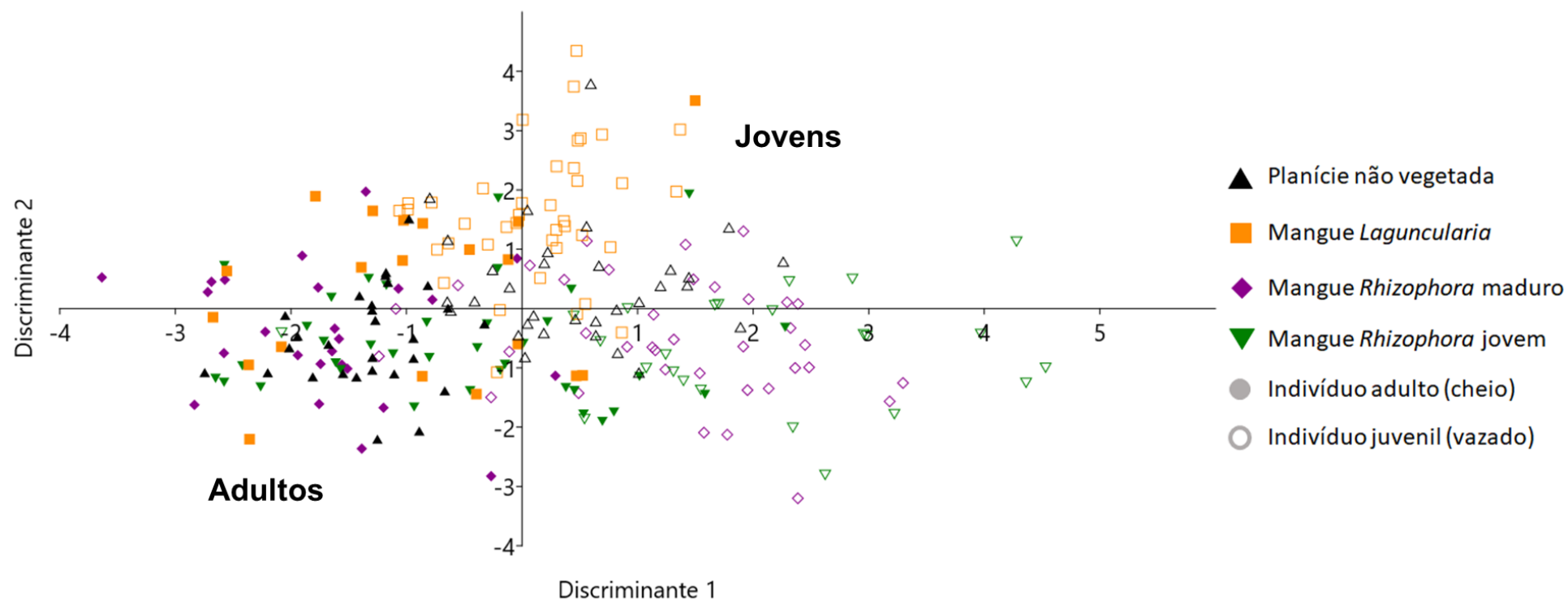
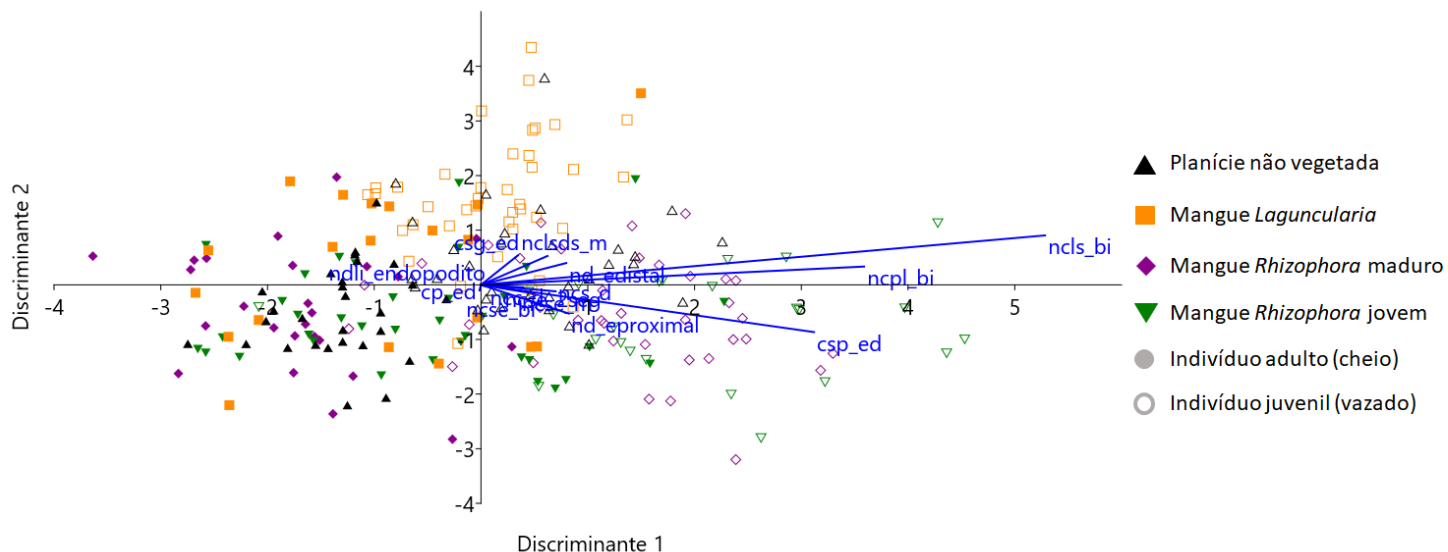


Figura 10 – Análise discriminante linear entre os indivíduos nos quatro ambientes estudados. Os círculos em vermelho representam a primeira função discriminante que separa os grupos em estágios de desenvolvimento morfológico (jovem e adulto) e os círculos em azul representam a separação entre os ambientes.

A quantidade de cerdas apresentou diferença significativa tanto para o estágio de desenvolvimento ( $p = 0,001$ ) quanto para os ambientes ( $p = 0,001$ ), mas não para sexo ( $p = 0,104$ ). Houve interação significativa entre estágio e ambientes ( $p = 0,001$ ), mas não entre estágio e sexo ( $p = 0,462$ ), ambiente e sexo ( $p = 0,253$ ), ou entre os três ( $p = 0,220$ ).

Dos 14 caracteres analisados, três tiveram maior contribuição para a dispersão dos dados. O de maior peso foi o número de cerdas plumadas na região proximal da base do isquio no 3º maxilípede (ncpl\_bi), seguida pelo número de cerdas presentes na região mesolateral da base do isquio (ncls\_bi) no 3º maxilípede e pelo número de cerdas menores simples do endopodito (csp\_ed) do 1º maxilípede, estando estas relacionadas com os indivíduos jovens dentro dos ambientes de bosques de mangue jovem e maduro dominados por *Rhizophora mangle*, separando-os dos jovens do bosque de



mangue dominado por *Laguncularia racemosa* (Figura 11).

Figura 11 – Análise discriminante linear entre os indivíduos capturados nos ambientes, com *biplot* que mostra os caracteres que mais contribuiriam na dispersão dos pontos entre os grupos selecionados. Ncpl\_bi (número de cerdas plumadas base do isquio), ncls\_bi (número de cerdas simples lateral da base do isquio), csp\_ed (cerdas simples pequena do endopodito).

Os segmentos do 2º e 3º maxilípedes apresentam conjuntos de cerdas semelhantes em todos os organismos (Figuras 12).

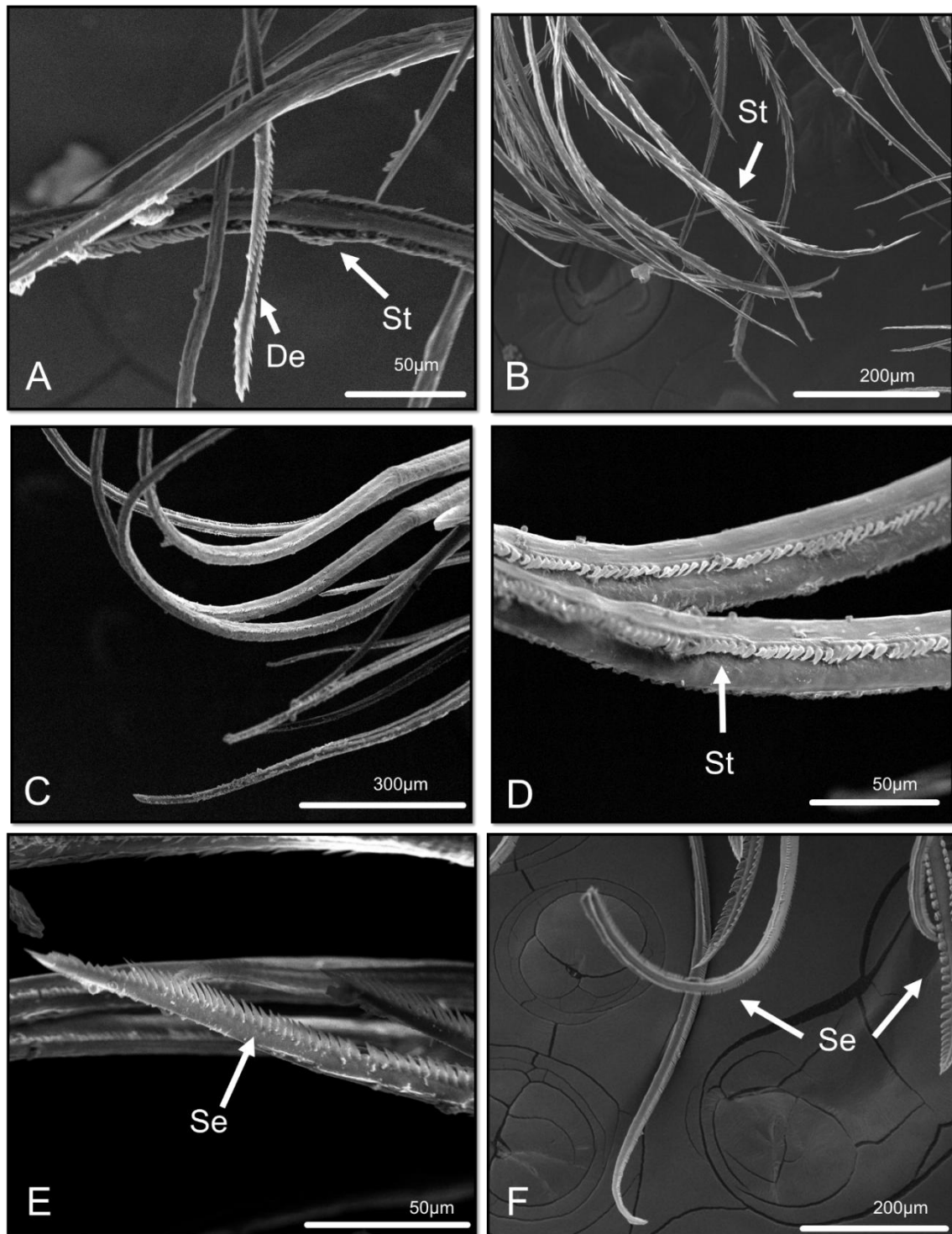


Figura 12 – Tipo de cerdas encontradas nas peças bucais no *Goniopsis cruentata*: (A) cerdas plumodenticuladas presentes na base do ísquio do 2º maxilípede; (B) cerdas plumodenticuladas na região mesolateral direita na base do ísquio do 3º maxilípede; (C) visão geral das cerdas do dátilo com a presença de cerdas serrilhadas; (D) visão aproximada das cerdas do dátilo do

3º maxilípede, posição medial da cerda; (E e F) visão aproximada das cerdas do dátilo do 3º maxilípede, posição distal da cerda. (De) dentes, (St) sétulas, (Se) serrilhado.

Foram identificados quatro grupos de cerdas: simples, serrilhada, plumada e plumodenticulada, (Tabela 5).

**Tabela 5:** Localização e tipo de cerda no aparato bucal de *Goniopsis cruentata* analisados nesse estudo.

| Local                                                   | Tipo                            |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Face ventral da base do ísquio do 3º maxilípede.        | Simples.                        |
| Região mesolateral da base do ísquio do 3º maxilípede.  | Simples e plumodenticuladas.    |
| Região mesoproximal da base do ísquio do 3º maxilípede. |                                 |
| Face ventral do mero do 3º maxilípede.                  | Simples.                        |
| Dátilo do 3º maxilípede.                                | Serrilhada e plumodenticuladas. |
| Região mesolateral da base do ísquio do 2º maxilípede.  | Plumodenticuladas.              |
| Região mesolateral do mero do 2º maxilípede.            | Plumodenticuladas e plumadas.   |
| Dátilo do 2º maxilípede.                                | Cúspide                         |

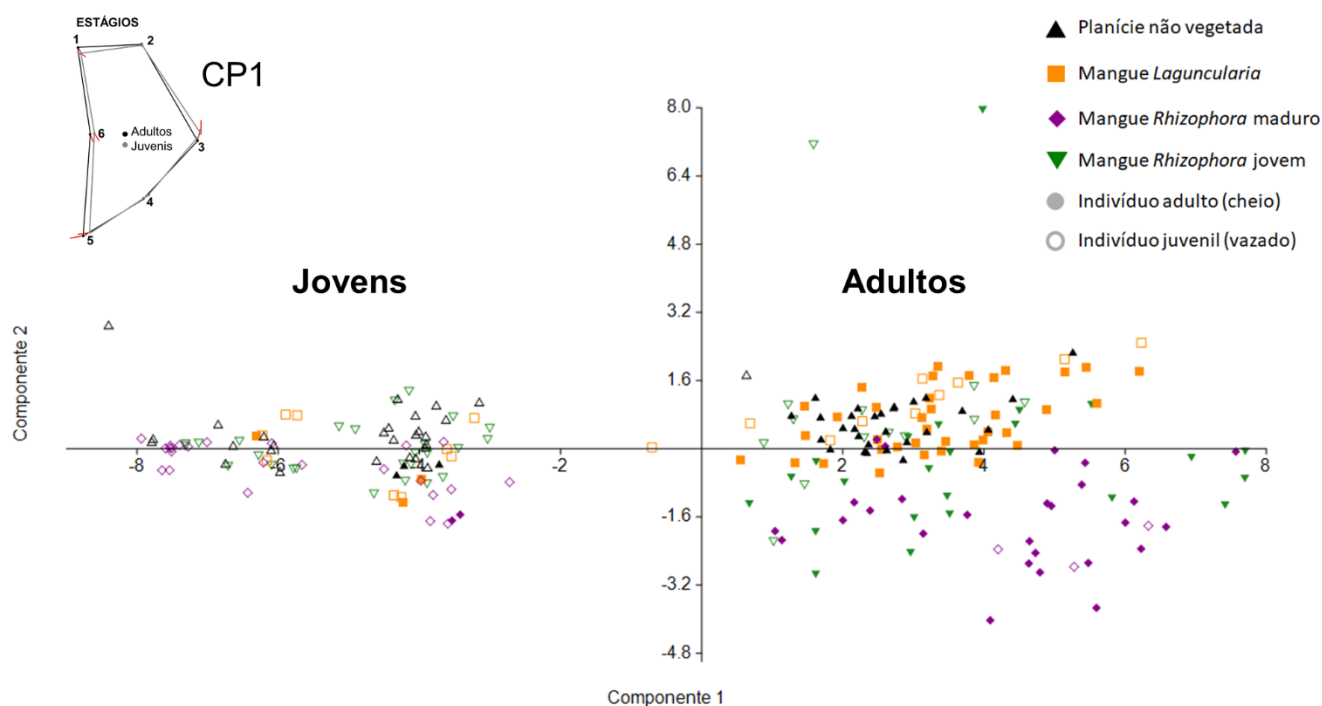
#### Morfometria geométrica da base do ísquio

A partir da ANOVA Procruste pode-se observar que há diferença significativa entre estágios de desenvolvimento ( $p < 0,001$ ) mas não entre sexo ( $p = 0,5088$ ) e ambiente ( $p = 0,6312$ ).

A Análise dos Componentes Principais a partir das Coordenadas de Procrustes entre os estágios resultou em 12 componentes dos quais os dois primeiros explicavam 93,52% da variação da forma da base do ísquio do terceiro, onde o componente um representa 86% dessa variação.

Os jovens apresentam a forma da base do ísquio mais homogenia em todos os ambientes do que os adultos. Os marcos anatômicos que mais

favoreceram na diferença entre os estágios foram os marcos um (ponto distal da base do ísquio), marco três (região mesolateral interna), marco cinco (região proximal) e marco seis (região mesolateral externa), onde os jovens tinham sua base do ísquio mais estreita do que a dos adultos, característica está representada pelo componente um. Adultos foram menos homogêneos na dispersão dos pontos quando comparados aos jovens, sendo possível observar um agrupamento dos pontos nos adultos pertencentes aos ambientes de



mangue Maduro e Jovem dominados por *R. mangle* e do bosque de *L. ranceмоса* mais a planície não vegetada, sendo representados pelo componente dois (Figura 13).

Figura 13 – Representação gráfica da Análise de Componentes Principal com base nas Coordenadas de Procrustes. Estrutura de transformação e perfil wireframe das mudanças na morfologia externa da base do ísquio do apêndice bucal direito do 3º maxilípede de *Goniopsis cruentata*. No gráfico wireframe, as linhas coloridas mostram a variação entre adultos e jovens, e a forma do consenso de Procrustes observado na estrutura de transformação.

## DISCUSSÃO

As variações morfológicas encontradas no aparato bucal de *Goniopsis cruentata* estão associadas ao estágio de desenvolvimento e ao ambiente. Organismos marinhos que habitam as zonas entre marés apresentam um padrão de distribuição, abundância e preferência de habitat sendo principalmente influenciados por fatores biológicos e ecológicos, um deles, seria a disponibilidade de recurso alimentar e adaptações para sua obtenção (AZIZ e SAHER, 2016).

A estrutura espacial diferenciada, gerada pela presença ou ausência da vegetação e pelo predomínio de espécies diferentes, pode proporcionar aos organismos a obtenção e uso de recursos alimentares de forma diferenciada (KOCH e NORDHAUS, 2010). Entretanto, não foi observada diferença entre os recursos alimentares presentes nos conteúdos estomacais analisados, em função do tipo de ambiente amostrado. Por mais que a estrutura espacial fosse diferenciada, houve a ingestão dos mesmos alimentos dentro da espécie, variando apenas à proporção dos itens consumidos, podendo este ter relação com a disponibilidade destes recursos no meio em que vivem, possibilitando suprir suas necessidades energéticas e nutritiva naquele momento (KOCH e NORDHAUS, 2010).

Não foram observadas diferenças na participação dos itens entre os sexos, essa diferença só foi observada para os estágios de desenvolvimento. Mudanças ontogenéticas na dieta podem estar ligadas também à mudança temporal na estrutura dos ambientes, promovendo variações morfológicas ontogenéticas nas peças bucais dos indivíduos. Isso possibilita a exploração de diferentes recursos disponíveis que irão supri-los durante suas atividades, otimizando assim o forrageio (AZIZ e SAHER, 2016; POON, CHAN e WILLIAMS, 2010; WARNER, 1970; WILLIAMS, 1981) e a exploração desses recursos (ROSAS, LAZARO-CHAVEZ e BUCKLE-RAMIREZ, 1994). Nos juvenis, sedimento e macroalgas foram os itens mais frequentes e com maior participação, sugerindo que estes possuem o hábito de se alimentarem da microfauna e flora. A maior ingestão de sedimento pode ser acidental ou ser realizada de forma a auxiliar na maceração dos demais itens (D'INCAO *et al.*, 1990; FERREIRA *et al.*, 2011). Como também pode estar relacionada à forma



de forrageio, fornecendo muitos organismos microscópicos que estão dentro da sedimentação, isso reflete na variação morfológica relacionada ao número e tipos de cerdas presente no aparato bucal (WORTHAM e LAVELLE, 2016).

O elevado consumo de porífera por esses organismos observado no período amostrado não indica claramente que este seja um item preferido pela espécie, ou o mais consumido ao longo de todo o ano. Essa maior ingestão pode estar relacionada a uma maior disponibilidade por ocasião das coletas ou facilidade de obtenção do mesmo, uma vez que este já foi descrito na dieta de outros decápodes, como por exemplo, em algumas espécies de ermitões, caranguejos e lagostas (WADDELL e PAWLIK, 2000; MAYFIELD, BRANCH e COCKCROFT, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2012). Por outro lado, é possível ainda que ele seja um item importante para os indivíduos adultos, naquele momento do forrageamento, sem dispensar o consumo de outros recursos disponíveis (BUCK *et al.*, 2003). Além do mais, a mistura desses itens alimentares, em que a qualidade nutricional de um tipo de alimento (por exemplo, material vegetal) é aumentada pela ingestão de outro tipo de alimento (por exemplo, material animal) ocorre em muitas espécies onívoras e pode assim melhorar aptidão física do organismo (LANCIA, BAS e SPIVAK, 2014).

Em relação às variações morfológicas encontradas, a diferença no número de cerdas entre os estágios pode estar relacionada com o desenvolvimento proporcional entre os artículos dos crustáceos (BERTINI *et al.*, 2007). Padrão similar tem sido observado em fases zoea e megalopa de diversos decápodes, como mudanças no número de cerdas, desenvolvimento e especialização dos apêndices e de algumas cerdas (ABRUNHOSA *et al.*, 2011; LUMASAG *et al.*, 2007). Ao longo do seu desenvolvimento, os organismos adultos, tendem a ter seus apêndices maiores comportando assim mais cerdas, tornando-os mais eficientes no processamento do alimento (RODRÍGUEZ, 2004). Por outro lado, a funcionalidade mecânica do aparato bucal é fortemente determinada pelo tipo e arranjo de cerdas presentes em cada aparato (GARM e HØEG, 2001), além de ser também um reflexo da variedade de mecanismos tróficos (COELHO e RODRIGUES, 2001).

Juvenis apresentaram, na região mesoproximal da base do ísquio do 3º maxilipede, que antecede a área de inserção com o endopodito que sustenta o

primeiro arco branquial, menos cerdas plumosas que os adultos. Estas cerdas parecem ter a função de impedir que grãos mais finos se acumulem e diminuam a competência respiratória do indivíduo (COELHO, WILLIAMS e RODRIGUES, 2000).

Os indivíduos adultos apresentaram desgaste nas cerdas cúspides do dactilo do segundo maxilípede, isso sugere uma participação ativa deste apêndice na manipulação de alimentos (LANCIA, BAS e SPIVAK, 2014).

Tanto os adultos quanto os juvenis provenientes dos pontos localizados no rio Mamoã apresentaram mais cerdas plumosas que os provenientes do rio Cachoeira. A diferença observada no número de cerdas entre os ambientes pode ser reflexo de adaptações a condições locais, podendo assim ser um atributo desenvolvido pelos organismos que pode aumentar a eficiência da espécie nesses ambientes (DENIELS, 1998; RICKLEFS, 2003). Como os pontos do rio Mamoã foram classificados como arenosos com presença de areia fina a média, isso poderia explicar a maior quantidade de cerdas plumosa entre os organismos, uma vez que esta é usada para fornecer uma grande área superficial para escovar partículas de sedimentos finos e reter material de alimento do sedimento, diferente do que é observado em espécies que habitam predominantemente habitats arenosos que tem cerdas em forma de colher, melhorando assim a capacidade de triagem e ajudando a limpar o material alimentar ligado a partículas de areia (AZIZ e SAHER, 2016).

Os mesmos tipos de cerda foram observados em todos os indivíduos analisados, independente do estágio de desenvolvimento. Já foi observado para caranguejos Ocypodidae que espécies que vivem em ambientes arenosos/lodoso apresentam uma maior disponibilidade de alimentos e essa situação faz com que esses organismos não precisem de um mecanismo eficiente de classificação de alimentos ou uma adaptação morfológica eficiente, o que resulta em poucas cerdas modificadas (AZIZ e SAHER, 2016).

Os tipos de cerdas entre os ambientes, sexos e estágios não diferenciaram. Entretanto, o arranjo destas pode ser diferente, e quanto mais complexo ou diversificado for este arranjo nos segmentos, mais diversificado será o hábito alimentar (CHAN, GARM e HØEG, 2008). Além disso, como já

dito acima, pode-se levar em consideração o fato de que os diferentes tipos de cerdas são formados a partir de dois eventos distintos: a partir de reconstrução de cerdas quebradas e a partir da produção de novas cerdas ou de novos tipos de cerdas; este último evento dificilmente ocorre pois é um fenômeno mais complexo e exige mais gasto energético por parte dos organismos (GARM e WATLING, 2015), explicando por que não há uma diferença no tipo de cerdas em *G. cruentata*, nos ambientes.

A morfologia da região da boca durante o processo ontogenético de alguns organismos pode variar muito pouco ao longo do seu desenvolvimento, essa mínima variação pode estar ligada à similaridade dos itens consumidos pelos diferentes estágios (JOHNSTON, JOHNSTON e KNOTT, 2008). Tal observação pode explicar a pequena variação da forma da base do ísquio do terceiro maxilípede encontrada entre os jovens e adultos nos ambientes estudados.

A ausência de diferenças morfológicas nos apêndices do aparato bucal, entre os sexos, sugere que esses organismos não apresentam dimorfismo sexual, tanto para o número de cerdas e formato da base do ísquio quanto para a dieta nos ambientes analisados.

## CONCLUSÃO

Os ambientes foram classificados como arenosos, e embora a estrutura vegetal variasse quanto ao tipo de bosque de manguezal a dieta dos organismos coletados foi a mesma.

O número de cerdas presentes pode explicar de forma consistente a variação encontrada entre os estágios de desenvolvimento e entre os ambientes. Assim, diferente de outras espécies, o uso do número de cerdas presentes nos apêndices bucais como caráter taxonômico deve ser evitado para esta espécie, uma vez que é bastante influenciado pelo estágio de desenvolvimento do organismo e pelo tipo de ambiente considerado.

Embora a dieta de uma espécie deva ser avaliada durante um longo período, uma vez que pode variar dentro e entre anos, pudemos observar que

o número de cerdas permitiu diferenciar a dieta entre os estágios de desenvolvimento. O tipo de cerdas presentes e a proporção de cada um deles pode permitir uma análise mais acurada da relação entre o ambiente e a dieta, devendo ser considerada em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRUNHOSA, F. A. *et al.* Development and functional morphology of the larval foregut of two brachyuran species from Northern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, v. 83, n. 4, p. 1269–1278, 2011.
- AZIZ, U.; SAHER, N. U. Morphological diversity of setae and chela in accordance to habitat within crabs of Genus *Macrophthalmus* (Decapoda, Brachyura, Macrophthalmidae) from intertidal flats of Pakistan. **Pakistan Journal of Marine Sciences**, v. 25, n. 1&2, p. 83–91, 2016.
- BERTINI, G.; BRAGA, A. A.; FRANSOZO, A.; CORRÊA, M. O. D. A. e FREIRE, F. A. M. Relative growth and sexual maturity of the stone crab *Menippe nodifrons* Stimpson, 1859 (Brachyura, Xanthoidea) in Southeastern Brazil. Brazilian **Archives of Biology and Technology**, v. 50: 259–267. 2007.
- BEZERRA, L. E. A. *et al.* Spatial distribution of fiddler crabs (genus *Uca*) in a tropical mangrove of Northeast Brazil. **Scientia Marina**, v. 70, n. 4, p. 759–766, 2006.
- BUCK, Tracy L.; BREEDA, Greg A.; PENNINGSA, Steven C.; CHASEB, Margo E.; ZIMMERC, Martin; CAREFOOT, Thomas H. Diet choice in an omnivorous salt-marsh crab: different food types, body size, and habitat complexity. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 292, n. 1, p. 103–116, 2003.
- CAINE, E. A. Comparative functional morphology of feeding in three species of Caprellids (Crustacea, Amphipoda) from the northwestern Florida Gulf Coast. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 15, n. 1, p. 81–96, 1974.
- CARVALHO, F. L.; COUTO, E. C. G. Dieta do siri *Callinectes exasperatus* (Decapoda, Portunidae) no estuário do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia. **Uniciências**, v. 14, n. 2, p. 325–334, 2010.
- CARVALHO, Fabricio Lopes de. **Sistemática do gênero *Palaemon* Weber, 1795 (Decapoda, Palaemonidae): uma abordagem molecular e morfológica de padrões filogeográficos, evolução de características ecológicas e status taxonômico das espécies do Brasil**. Tese (Doutorado em Biologia Comparada) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.
- CHAN, B. K. K.; GARM, A.; HØEG, J. T. Setal morphology and cirral setation of thoracican barnacle cirri: Adaptations and implications for thoracican evolution.

**Journal of Zoology**, v. 275, n. 3, p. 294–306, 2008.

COBO, V. J.; FRANSOZO, A. External factors determining breeding season in the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) on the São Paulo State northern coast, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 2, p. 213–217, 2003.

COELHO, V. R.; RODRIGUES, S. DE A. Setal diversity, trophic modes and functional morphology of feeding appendages of two callianassid shrimps, *Callichirus major* and *Sergio mirim* (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). **Journal of Natural History**, v. 35, n. 10, p. 1447–1483, 2001.

COELHO, V. R.; WILLIAMS, A. B.; RODRIGUES, S. DE A. Trophic strategies and functional morphology of feeding appendages, with emphasis on setae, of *Upogebia omissa* and *Pomatogebia operculata* (Decapoda: Thalassinidea: Upogebiidae). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 130, n. 4, p. 567–602, 2000.

COLPO, K. D.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Morphological diversity of setae on the second maxilliped of fiddler crabs (Decapoda: Ocypodidae) from the southwestern Atlantic coast. **Invertebrate Biology**, v. 132, n. 1, p. 38–45, 2013.

D'INCAO, F. *et al.* Hábito alimentar do caranguejo *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 na barra do Rio Grande, RS (Decapoda, Grapsidae). **Atlântica**, v. 12, n. 2, p. 85–93, 1990.

DANIELS, S. R.; STEWART, B. A.; GIBBONS, M. J. Genetic and morphometric variation in the potamonautid river crab *Potamonautes parvispina* (Decapoda: Potamonautidae) from two Western Cape rivers, South Africa. **Journal of natural History**, v. 32, n. 8, p. 1245–1258, 1998.

DE GRAVE, S.; GOULDING, L. Y. D. Comparative morphology of the pereopod 1 carpo-propodal (P1-CP) antennal flagellar grooming brush in caridean shrimps (Crustacea, Decapoda). **Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology**, v. 250, n. 4, p. 280–301, 2011.

FACTOR, J. R. Morphology of the mouthparts of larval lobsters, *Homarus americanus* (Decapoda: Nephropidae), with special emphasis on their setae. **Biological Bulletin**, v. 154, n. 3, p. 383–408, 1978.

FERREIRA, L. S. *et al.* Comparação da dieta natural do siri-azul *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) em dois locais no

estuário da Lagoa Dos Patos, RS, Brasil. **Atlântica**, v. 33, n. 2, p. 115–122, 2011.

GARM, A.; HØEG, Jens Thorvald. Functional mouthpart morphology of the squat lobster *Munida sarsi*, with comparison to other anomurans. **Marine Biology**, v. 137, n. 1, p. 123-138, 2000.

GARM, A.; HØEG, J. T. Function and functional groupings of the complex mouth apparatus of the squat lobsters *Munida sarsi* Huus and *M. tenuimana* G.O. Sars (Crustacea: Decapoda). **Biological Bulletin**, v. 200, n. 3, p. 281–297, 2001.

GARM, A.; WATLING, L. The Crustacean integument: Setae, Setules, and other ornamentation. In: WATLING, L.; THIEL, M. (Eds.). . **Functional Morphology and Diversity**. [s.l.] Oxford University Press, 2015. p. 167–198.

HEEREN, T.; MITCHELL, B. D. Morphology of the mouthparts, gastric mill and digestive tract of the giant crab, *Pseudocarcinus gigas* (Milne Edwards) (Decapoda: Oziidae). **Marine Freshwater Research**, v. 48, p. 7–18, 1997.

HINES, Anson H.; RUIZ, Gregory M. Temporal variation in juvenile blue crab mortality: nearshore shallows and cannibalism in Chesapeake Bay. **Bulletin of Marine Science**, v. 57, n. 3, p. 884-901, 1995.

JASZKOWIAK, K. *et al.* The mouth apparatus of *Lithodes maja* (Crustacea: Decapoda) - form, function and biological role. **Acta Zoologica**, v. 96, n. 4, p. 401–417, 2015.

JOHNSTON, M.; JOHNSTON, D.; KNOTT, B. Ontogenetic Changes in the Structure and Function of the Mouthparts and Foregut of Early and Late Stage *Panulirus Ornatus* (Fabricius, 1798) Phyllosomata (Decapoda: Palinuridae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 28, n. 1, p. 46–56, 1 jan. 2008.

KLINGENBERG, C. P. 2011. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. **Molecular Ecology Resources** 11: 353-357.

KOCH, V.; NORDHAUS, I. Feeding Ecology and Ecological Role of North Brazilian Mangrove Crabs. In: **Mangrove Dynamics and Management in North Brazil**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p. 265-273.

LANCIA, J. P.; BAS, C.; SPIVAK, E. Food manipulation and selection in the omnivorous grapsoid crab *Neohelice granulata* (Decapoda: Varunidae). **Scientia Marina**, v. 78, n. 4, p. 529–536, 2014.

- LLEONART, Jordi; SALAT, Jordi; TORRES, Gabriel J. Removing allometric effects of body size in morphological analysis. **Journal of Theoretical Biology**, v. 205, n. 1, p. 85-93, 2000.
- LIM, S. S. L. A comparative study of some mouthpart adaptations of *Uca annulipes* (H. Milne edwards, 1837) and *U. vocans* (Linnaeus, 1758) (Brachyura, Ocypodidae) in relation to their habitats. **Crustaceana**, v. 77, n. 10, p. 1245–1251, 2005.
- LIMA-GOMES, R. C.; COBO, V. J.; FANSOZO, A. Feeding behaviour and ecosystem role of the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Decapoda, Grapsoidea) in a subtropical estuary on the Brazilian coast. **Crustaceana**, v. 84, n. 5–6, p. 735–747, 2011.
- LIRA, J. J. P. R. **História de vida do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) em um manguezal do Nordeste Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- LUMASAG, G. J. *et al.* Ontogeny of feeding apparatus and foregut of mud crab *Scylla serrata* Forsskål larvae. **Aquaculture Research**, v. 38, n. 14, p. 1500–1511, 2007.
- MACIEL, D. C.; ALVES, Â. G. C. Conhecimentos e práticas locais relacionados ao aratu *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) em barra de Sirinhaém, litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 4, p. 29–36, 2009.
- MARCHIORI, A. B.; FORNEL, R.; SANTOS, S. Morphometric variation in allopatric populations of *Aegla platensis* (Crustacea: Decapoda: Anomura): possible evidence for cryptic speciation. **Zoomorphology**, v. 134, n. 1, p. 45–53, 2014.
- MAROCHI, M. Z.; MASUNARI, S. Ecomorphology of crabs and swimming crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura) from coastal ecosystems. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. 2, p. 137–147, 2016.
- MAYFIELD, S.; BRANCH, G. M.; COCKCROFT, A. C. Relationships among diet, growth rate, and food availability for the South African rock lobster, *Jasus lalandii* (Decapoda, Palinuridae). **Crustaceana**, v. 73, n. 7, p. 815–834, 2000.
- MCLAUGHLIN, Patsy A. e HEBARD, F. Stomach contents of the Bering Sea King crab. **Bulletin International North Pacific Fisheries Commission**, v. 5, p. 5-8. 1961.



MELO, Gustavo Augusto Schmidt. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. Editora Plêiade; **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**, 1996.

MONTEIRO, Leandro Rabello; REIS, Sérgio Furtado dos. Princípios de morfometria geométrica. In: **Princípios de morfometria geométrica**. 1999.

NICKELL, L. A.; ATKINSON, R. J. A.; PINN, E. H. Morphology of thalassinidea (Crustacea: Decapoda) mouthparts and pereopods in relation to feeding, ecology and grooming. **Journal of Natural History**, v. 32, n. 5, p. 733–761, 1998.

NG, Peter K. L.; GUINOT, Danièle; DAVIE, Peter J. F. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 17, n. 1, p. 1-286, 2008.

OLIVEIRA, A. *et al.* Dieta natural do siri-azul *Callinectes sapidus* (Decapoda, Portunidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 96, n. 3, p. 305–313, 2006.

OLMOS, Fábio e SILVA, Robson. Guará: ambiente, fauna e flora dos manguezais de Santos-Cubatão. São Paulo, **Empresa das Artes**. 215p, 2003.

POON, D. Y. N.; CHAN, B. K. K.; WILLIAMS, G. A. Spatial and temporal variation in diets of the crabs *Metopograpsus frontalis* (Grapsidae) and *Perisesarma bidens* (Sesarmidae): Implications for mangrove food webs. **Hydrobiologia**, v. 638, p. 29–40, 2010.

RIBEIRO, Suzi Meneses et al. Isolated and synergistic effects of chemical and structural defenses of two species of *Tethya* (Porifera: Demospongiae). **Journal of sea research**, v. 68, p. 57-62, 2012.

RICHTER, Stefan; MOLLER, O. S.; WIRKNER, C. W. Advances in crustacean phylogenetics. **Arthropod Systematics and Phylogeny**, v. 67, n. 2, p. 275-286, 2009.

RICKLEFS, Robert E. A economia da natureza. In: **A economia da natureza**. 5ª Edição, p. 227. 2003.

RODRÍGUEZ, A. R. Hábitos alimentarios de las jaibas *Callinectes bellicosus* Stimpson y *C. arcuatus* Ordway (Brachyura: Portunidae) en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Dissertação (Maestro em Ciencias con especialidad en Ciencias Marinas). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 2004.

ROHLF, Fred J. tpsDig, version 2.12. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook. 2008.

ROHLF, Fred J. tpsRelw, relative warps analysis. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, Stony Brook, NY, 2009.

ROSAS, C.; LAZARO-CHAVEZ, E.; BUCKLE-RAMIREZ, F. Feeding habits and food niche segregation of *Callinectes sapidus*, *C. rathbunae*, and *C. similis* in a subtropical coastal lagoon of the Gulf of Mexico. **Journal of Crustacean Biology**, v. 14, n. 2, p. 371–382, 1994.

SALINDEHO, I. R.; JOHNSTON, D. J. Functional morphology of the mouthparts and proventriculus of the rock crab *Nectocarcinus tuberculatus* (Decapoda: Portunidae). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 83, n. 4, p. 821–834, 2003.

SCHEMBRI, Patrick J. Functional Morphology of the Mouthparts and Associated Structures of *Pagurus rubricatus* (Crustacea: Decapoda: Anomura) with special reference to feeding and grooming. **Zoomorphology**, v. 101, p. 17–38, 1982.

SCHEMBRI, Patrick J. The functional morphology of the feeding and grooming appendages of *Ebalia tuberosa* (Pennant) (Crustacea: Decapoda: Leucosiidae). **Journal of Natural History**, v. 16, n. 4, p. 467–480, 1982.

SKILLETER, G. A.; ANDERSON, D. T. Functional morphology of the chelipeds, mouthparts and gastric mill of *Ozius truncatus* (Milne Edwards) (Xanthidae) and *Leptograpsus variegatus* (Fabricius) (Grapsidae) (Brachyura). **Marine and Freshwater Research**, v. 37, n. 1, p. 67–79, 1986.

SOTKA, E. E. Natural selection, larval dispersal, and the geography of phenotype in the sea. **Integrative and Comparative Biology**, v. 52, n. 4, p. 538–545, 2012.

SOUZA, L. P. **Maturidade sexual e relações morfométricas do caranguejo *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) do estuário do Rio Jaguaribe (Aracati–Ceará)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinha), Universidade Federal do Ceará, Brasil, 2008.

SOUZA, L. P. DE; SILVA, J. R. F. Morphology of the female reproductive system of the red-clawed mangrove tree crab (*Goniopsis cruentata* Latreille, 1803). **Scientia Marina**, v. 73, n. 3, p. 527–539, 2009.

SUGUIO, K. **Introdução a sedimentologia**. São Paulo: Edgard

Blucher/EDUSP, 1973.

VOGEL, F. Comparative and funtional morphology of the Spoon-tipped setae on the second macillipeds in *Dotilla* Stimpson, 1858 (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). **Crustaceana**, v. 47, n. 3, p. 225–234, 1984.

WADDELL, B.; PAWLIK, J.R. Defenses of Caribbean sponges against invertebrate predators. I. Assays with hermit crabs. **Marine Ecology Progress Series** 195, 125–132. 2000.

WARNER, G. F. Behaviour of Two Species of Grapsid Crab During Intraspecific Encounters. **Behaviour**, v. 36, n. 1–2, p. 9–19, 1970.

WILLIAMS, M. J. Methods for analysis of natural diet in portunid crabs (Crustacea: Decapoda: Portunidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 52, n. 1, p. 103–113, 1981.

WORTHAM, J. L.; LAVELLE, A. D. Setal morphology of grooming appendages in the spider crab, *Libinia dubia*. **Journal of morphology**, v. 277, n. 8, p. 1045–1061, 2016.

YAMAGUCHI, T.; OGAT, R. Studies of the first and second maxillipeds of the fiddler crab, *Uca lactea*. **Crustacean Research**, v. 29, p. 133–142, 2000.

Zelditch, M. L.; Swiderski, D. L.; Sheets, H. D.; Fink, W. L. Geometric morphometrics for biologists: a primer. **Elsevier Academic Press**. 2004.