



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**DIÓGENES SANTOS DE ALMEIDA**

**VARIAÇÃO ONTOGENÉTICA DO CARANGUEJO *Goyazana castelnaui* H. MILNE-  
EDWARDS, 1853 (BRACHYURA, TRICHODACTYLIDAE) NO SEMIÁRIDO DO  
BRASIL**

**SERRA TALHADA**  
**2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**DIÓGENES SANTOS DE ALMEIDA**

**VARIAÇÃO ONTOGENÉTICA DO CARANGUEJO *Goyazana castelnaui* H. MILNE-  
EDWARDS, 1853 (BRACHYURA, TRICHODACTYLIDAE) NO SEMIÁRIDO DO  
BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentada ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UFRPE/UAST, sendo requisito obrigatório para obtenção do título de Engenheiro de Pesca.

Orientadora:

**Prof<sup>a</sup>. Renata Akemi Shinozaki Mendes**

**SERRA TALHADA**  
**2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A447v

Almeida, Diógenes Santos de  
VARIÇÃO ONTOGENÉTICA DO CARANGUEJO *Goyazana castelnaui* H. MILNE-EDWARDS, 1853  
(BRACHYURA, TRICHODACTYLIDAE) NO SEMIÁRIDO DO BRASIL / Diógenes Santos de Almeida. - 2021.  
42 f. : il.

Orientadora: Renata Akemi Shinozaki Mendes.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia de Pesca, Serra Talhada, 2021.

1. Caranguejo de água doce. 2. Dimorfismo sexual. 3. Morfometria geométrica. 4. Ontogenia. 5. Polimorfismo. I. Mendes, Renata Akemi Shinozaki, orient. II. Título

CDD 639

---

DIÓGENES SANTOS DE ALMEIDA

**VARIAÇÃO ONTOGENÉTICA DO CARANGUEJO *Goyazana castelnaui* H. MILNE-EDWARDS, 1853 (BRACHYURA, TRICHODACTYLIDAE) NO SEMIÁRIDO DO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Aprovada em 26 de fevereiro de 2021.

Banca Examinadora

---

Orientadora – Prof<sup>ª</sup>. Renata Akemi Shinozaki Mendes

(Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco)

---

Membro Interno - Prof<sup>ª</sup>. Girlene Fábria Segundo Viana

(Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco)

---

Membro Interno – Prof Elton José de França

(Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco)

---

Membro Interno (Suplente) – Prof. Dráusio Pinheiro Vêras

(Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco)

**Serra Talhada – PE  
2021**

A **Deus**, familiares, amigos e em especial a minha mãe **Lenilda Carmen**, meu Pai **Dimas Almeida** (*in memorian*), minha irmã **Dimitra Almeida** e minha orientadora e amiga **Renata Akemi**, as/os dedico este trabalho com muito amor e carinho e agradeço pelos ensinamentos adquiridos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar pelo caminho certo, por tudo o que sou, por estar sempre ao meu lado mesmo quando eu não o vejo, por me fortalecer nos momentos difíceis e mostrar que tudo passa.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em nome do excelentíssimo Reitor Marcelo Carneiro Leão e a Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), em nome da diretora Katya Maria Oliveira de Sousa por ter sido uma casa nestes últimos cinco anos de aprendizados e por oportunizar grandes conquistas.

Ao curso de Engenharia de Pesca em nome do coordenador Diogo Martins Nunes assim como aos demais professores que fizeram parte marcante nessa minha história acadêmica Danielli Matias, Dario Falcon, Dráusio Veras, José Carlos Pacheco, Francisco Marcante, Girlene Fábria, Ugo Lima, Elton França, Luciana Sandra, Juliana Vidal, Andréia Monteiro, Maurício Pessoa, Allan Bezerra, Antônio Henrique, pelo conhecimento e experiências repassados nestes anos de ensino.

À minha orientadora e tutora Renata Akemi Shinozaki Mendes por ter sido uma pessoa que além de orientar, me inspirou a ser um bom profissional, se mostrou como uma amiga ao longo desses anos, desde o primeiro período quando dei início a minha jornada de pesquisador ao seu lado, me ensinado a ser um pesquisador, trabalhar em equipe, ser justo, além de me incentivar a ser o melhor de mim e acreditar que sou capaz, por ser acolhedora e compreensiva, ter bastante paciência e ensinar com paixão, também sou grato pelos conselhos pessoais que levarei para a vida.

Ao Laboratório de Biologia Pesqueira (LAPEq) local que pude me descobrir como pesquisador, onde tive momentos de dor de cabeça e de muitas alegrias e descobertas, fui acolhido, orientado e tive apoio dos membros do laboratório, Emerson Ventura, Lucas Nunes, Luciana Santos, Vinícius Almeida, Aline Rios e Allyson Winick, aprendendo com todos e sendo orientado pela melhor profissional que pude escolher como orientadora.

A Anastácia Menezes, que no LAPEq se tornou um elo importante para mim, que além de ter se tornado uma amiga a quem pude contar em vários momentos, pude aprender muito, como pesquisador, juntos desenvolvemos o processo laboratorial deste trabalho e de outros, aprendi com ela a me divertir ao mesmo tempo que pesquiso, e agradeço a ajuda na escrita deste trabalho e por servir de inspiração.

A minha família, especialmente a minha mãe, Lenilda Carmen dos Santos Almeida por acreditar e me incentivar, por me dar amor incondicional, e assim contribuir

diretamente na minha formação profissional, desde quando me ensinou a segurar um lápis até hoje, estando ao meu lado em todas as minhas conquistas, servindo de exemplo para toda minha vida. Meu pai, Dimas Leal de Almeida (*in memoriam*) pelos ensinamentos empíricos que levarei para toda a minha vida, pelo exemplo de trabalhador e homem. A minha irmã, Dimitra Santos de Almeida Silva, por ser uma torcedora do meu sucesso e estar sempre pronta para me apoiar e ajudar em qualquer situação, por compartilharmos momentos ímpares e pelo amor dado. A minha prima, Carol Castro, por ter me ajudado a me adaptar a Serra Talhada, me ajudado nos primeiros momentos do curso e ter sido uma confidente e amiga leal.

Aos meus amigos de turma que ao longo desses anos foram uma rede de suporte nos momentos difíceis, no qual pudemos nos apoiar uns nos outros, amigos que ganhei na Universidade, Kerolayne Siqueira, Rayan Cardoso, Victor Weleson e com um carinho especial a Herick Nunes, por ter se tornado meu melhor amigo em uma cidade desconhecida, por estar sempre disposto a ajudar a qualquer hora, por ter ajudado no processo de desenvolvimento do mapa neste trabalho e pelos momentos vividos, experiências e ajuda compartilhada, também a outros que passaram pela minha jornada acadêmica.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET) Engenharia de Pesca da UAST, por ter sido um divisor de águas na minha graduação, pelo acolhimento, pelos ensinamentos, por ter proporcionado experiências únicas, pelo crescimento profissional e pessoal, pelo incentivo e apoio. Em especial pelas amizades adquiridas, João Paulo Honorato, Larissa Nunes, Weverson da Silva, Marisa Pereira, Emerson Oliveira, Thaís Vieira, Ivanilson Lima, Pedro Marins, Tays Ferreira, Denise Barros, José Antônio Teixeira, Dayane Manço, Itanael Sousa, Francisco Gustavo da Silva, Cianne Nathally, Aurení Coelho, Allysson Silva, Mirele Nogueira e tutora Renata Mendes pelos momentos vividos, pelo companheirismo, pelo apoio e compartilhamento de experiências especiais.

À Higor Araújo da Silva por ter sido um companheiro, amigo e confidente nestes anos, estando ao lado em diversos momentos, inclusive os difíceis nesta jornada, por ter me ajudado sempre que possível, pelas dicas de gramática e ortografia na língua portuguesa que foram relevantes para o desenvolvimento deste trabalho. À Rodrigo Selmo, pela sua forma única de ser, divertido, e pela convivência e amizade. A todos os amigos que adquiri nesta caminhada na UAST e levarei comigo na minha história.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, muito obrigado!

*“Vivemos em uma época perigosa.  
O homem domina a natureza  
antes que tenha aprendido  
a dominar a si mesmo.”*

**Albert Schweitzer**

## RESUMO

A morfometria geométrica é um método de análise de baixo custo, no qual é possível fazer a transformação de dados obtidos a partir de marcos anatômicos, proporcionando conhecimento detalhado sobre a forma do animal, incluindo aspectos sobre ontogenia e dimorfismo sexual. Os braquiúros crescem por meio de mudas que continuam a ocorrer sucessivamente ao longo do crescimento, levando os indivíduos a apresentarem padrões corporais, desenvolvendo características de dimorfismo sexual e etário. *Goyazana castelnaui* é de grande importância ecossistêmica para a bacia do Rio Pajeú, especialmente, por ser a única espécie de braquiúro encontrada. Com isto, objetivou-se conhecer a trajetória ontogenética e identificar variações morfométricas do caranguejo *G. castelnaui*. Para a realização deste trabalho foram coletados 36 fêmeas, 43 machos e 162 juvenis (sexo não identificado, ainda na cavidade abdominal da fêmea) no Rio Pajeú, no semiárido brasileiro. Foram realizadas análises na carapaça, pléon e quelípodo direito dos caranguejos, os quais foram fotografados com os indivíduos paralelos ao plano, e foram selecionados 04 marcos anatômicos e 07 semimarcos na carapaça; 03 marcos e 10 semimarcos no pléon e nos quelípodos 03 marcos e 07 semimarcos. Na análise de componentes principais (PCA), as principais variações ocorreram na região frontal e posterior da carapaça, na região posterior e anterolateral do pléon e na base do póllex nos quelípodos. Na análise da variação canônica houve variação significativa entre os sexos assim como entre os juvenis e adultos ( $p < 0,05$ , teste de Hotelling com correção de Bonferroni), e através da análise da discriminante ( $p < 0,05$ ) a carapaça, pléon e quelípodo obtiveram alocações corretas que variaram entre 89,3% e 100,0%. A trajetória ontogenética do *G. castelnaui* pode ser observada através dos escores de regressão das correlações canônicas em função do tamanho do centroide, no qual a carapaça apresentou constante dimorfismo atingindo tamanhos de centroide semelhantes tanto para machos como para fêmeas ( $p > 0,05$ ); o pléon e o quelípodo dos juvenis não apresentaram separação de grupos (dimorfismo), havendo uma variação e mudança ao passo que iam crescendo (trajetória ontogenética) chegando a diferentes tamanhos de centroide ( $p < 0,05$ ), nas fêmeas alcançando um tamanho maior no pléon e nos machos um tamanho maior nos quelípodos, condizente com a teoria monofilética dos Brachyura.

**Palavras-chave:** Caranguejo de água doce, dimorfismo sexual, morfometria geométrica, ontogenia, polimorfismo.

## ABSTRACT

Geometric morphometry is a low-cost analysis method, in which it is possible to transform data obtained from anatomical landmarks, providing detailed knowledge about the shape of the animal, including aspects about ontogeny and sexual dimorphism. Brachyurous grow through seedlings that continue to occur successively throughout growth, leading individuals to present body patterns, developing characteristics of sexual and age dimorphism. The species *Goyazana castelnaui* is of great ecosystem importance for the Pajeú River basin, especially because it is the only brachyurous species found. With this, the objective of this work was to know the ontogenetic trajectory and to identify morphometric variations of the crab *G. castelnaui*. To carry out this work, 36 females, 43 males and 162 juveniles (unidentified sex, still in the female's abdominal cavity) were collected in the Pajeú River, in the Brazilian semiarid region. Crabs were analyzed on the carapace, pleon and right cheliped, which were photographed with individuals parallel to the plane, and 04 anatomical landmarks and 07 semi-landmarks were selected on the carapace; 03 landmarks and 10 semi-landmarks in the pleon and in the cheliped 03 landmarks and 07 semi-landmarks. In the analysis of principal components (PCA), the main variations occurred in the frontal and posterior region in the carapace, in the posterior and anterolateral region of the pleon and in the base of the fixed finger in the cheliped. In the analysis of canonical variation there was significant variation between genders as well as between juveniles and adults ( $p < 0.05$ , Hotelling test with Bonferroni correction), and through the analysis of the discriminant ( $p < 0.05$ ) the carapace, pleon and cheliped obtained correct allocations that varied between 89.3% and 100.0%. The ontogenetic trajectory in *G. castelnaui* can be observed through the regression scores of the canonical correlations as a function of the centroid size, in which the carapace showed constant dimorphism reaching similar centroid sizes for both males and females ( $p > 0.05$ ); the pleon and the cheliped when juveniles, there was no separation of groups (dimorphism), with variation and change as they grew (ontogenetic trajectory) reaching different centroid sizes ( $p < 0.05$ ), in females reaching a larger size in the pleon and in the males a larger size in the chelipods, consistent with the monophyletic theory of the Brachyura.

**Keywords:** Freshwater crab, sexual dimorphism, geometric morphometry, ontogeny, polymorphism.

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Vistas dorsal e ventral do caranguejo <i>Goyazana castelnaui</i> de indivíduos adultos (macho e fêmea) e juvenil. _____	18
Figura 2. Localização Geográfica da área de coleta de <i>Goyazana castelnaui</i> , no Rio Pajeú, Pernambuco, Brasil. _____	27
Figura 3. Desenho esquemático de exemplares de <i>Goyazana castelnaui</i> juvenil, macho e fêmea, com a localização dos marcos e semimarcos anatômicos na carapaça, pléon e quelípodo direito. Carapaça: 1 e 4, extremidades do dente exorbital; 2 e 3 - lóbulos da margem frontal da carapaça; 5 e 11, extremidades do segundo dente exorbital. Ponto inicial e final da alocação dos semimarcos (de 6 a 10) que circundam a carapaça com igual distância. Pléon: 1 e 10, Extremidade posterior do II somito abdominal. Ponto inicial e final da alocação dos semimarcos (de 2 a 9) que margeiam o pléon com igual distância; 11, ápice do télson; 12 e 13, extremidade posterior do télson. Quelípodo direito: 1, ponta do dente inferior próximo da carpo-própodo. Ponto inicial da alocação dos semimarcos (de 2 a 6) que margeiam o própodo com igual distância até o semimarco 7; 7 – Extremidade distal do pólex; 8, ponta do dente superior próximo da articulação carpo-própodo; 9, extremidade distal da crista do própodo; 10, base proximal do primeiro dente do pólex. Escalas: juvenil 0,5 mm, macho e fêmea 10,0 mm. _____	28
Figura 4. Flexão de placas finas da carapaça, pléon e quelípodo associadas às variações das análises dos primeiros (PC1) e segundos (PC2) componentes principais de <i>G. castelnaui</i> . As placas finas em cinza correspondem à sobreposição de Procrustes (valores médios) e em preto as deformidades. Os escores das fêmeas são representados por círculos cinza, dos juvenis por círculos pretos e dos machos por quadrados. _____	32
Figura 5. Trajetória ontogenética de <i>Goyazana castelnaui</i> na relação dos scores da regressão dos coeficientes da variação canônica 1 e 2 em função do tamanho do centroide, baseada na morfometria geométrica da carapaça, pléon e quelípodos, das fêmeas (círculos grandes cinzas), dos juvenis (círculos pequenos negros) e dos machos (quadrados brancos). _____	34

## TABELA

	Página
Tabela 1	Análise de Função Discriminante da carapaça, pléon e quelípodo e alocação correta dos grupos em interações par a par de fêmeas (F) machos (M) e juvenis de <i>Goyazana castelnaui</i> . _____ 33

## SUMÁRIO

<b>Resumo</b> .....	<b>09</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>10</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>11</b>
<b>Tabela</b> .....	<b>12</b>
<b>1 - Apresentação</b> .....	<b>14</b>
<b>2 - Objetivos</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1- Objetivo Geral</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2 – Objetivos específicos</b> .....	<b>15</b>
<b>3 – Revisão de Literatura</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 – Morfometria Geométrica</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2 - Crescimento ontogenético e dimorfismo sexual</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3 - Espécie <i>Goyazana castelnaui</i></b> .....	<b>17</b>
<b>4 – Referências</b> .....	<b>20</b>
<b>5 – Artigo - Variação ontogenética do caranguejo <i>Goyazana castelnaui</i> H. Milne-Edwards, 1853 (Brachyura, Trichodactylidae) no semiárido do Brasil.</b> .....	<b>23</b>
<b>5.1 -Resumo</b> .....	<b>24</b>
<b>5.2 - Abstract</b> .....	<b>25</b>
<b>5.3 - Introdução</b> .....	<b>26</b>
<b>5.4 – Material e métodos</b> .....	<b>27</b>
<b>5.5 - Resultados</b> .....	<b>30</b>
<b>5.6 - Discussão</b> .....	<b>35</b>
<b>5.7 - Agradecimentos</b> .....	<b>38</b>
<b>5.8 - Referências</b> .....	<b>38</b>
<b>6 – Considerações finais</b> .....	<b>42</b>

## 1- APRESENTAÇÃO

Estudos morfométricos vem sendo realizados em diversos grupos de animais, em especial com os crustáceos. Graças à ferramenta da morfometria geométrica, que consiste em analisar o indivíduo pela sua forma, foi possível a realização deste trabalho de conclusão de curso (TCC) de Engenharia de Pesca o qual teve por objetivo analisar as variações morfológicas da carapaça, pléon e dos quelípodos direitos e averiguar o polimorfismo etário e sexual de *Goyazana castelnaui* ao longo da trajetória ontogenética.

O presente estudo se baseou na hipótese de que os juvenis no primeiro estágio de caranguejo, de *G. castelnaui*, apresentam características morfométricas que os acompanham ao longo de sua trajetória ontogenética, expressando um dimorfismo sexual e etário desde a primeiro estágio de caranguejo, capaz de haver uma diferenciação dos gêneros baseado nas características de indivíduos sexados, jovens e adultos.

Este trabalho está estruturado e dividido da seguinte forma: 1. Apresentação, 2. Objetivos (objetivo geral e objetivos específicos), 3. Revisão de literatura (3.1. Morfometria geométrica, 3.2. Crescimento ontogenético e dimorfismo sexual e 3.3. Espécie *Goyazana castelnaui*). 4. Referências, 5. Artigo (Título, Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas), 6. Considerações finais.

O artigo em questão foi submetido à revista Anais da Academia Brasileira de Ciências (AABC), estando já nas normas da revista, o qual foi aceito para publicação após serem realizadas algumas pequenas alterações, alterações estas que já foram aplicadas ao presente trabalho e reenviadas para a revista.

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo Geral:**

Averiguar se ao longo da trajetória ontogenética do caranguejo *Goyazana castelnaui* há polimorfismo etário e sexual para a espécie no semiárido pernambucano, através da ferramenta morfometria geométrica.

### **2.2 - Objetivos específicos:**

- Realizar a morfometria geométrica na carapaça, pléon e quelípodos direitos a fim de detectar variações na forma;
- Determinar relações morfométricas na espécie;
- Identificar aspectos de dimorfismo sexual e etário relacionado a carapaça, pléon e quelípodos;
- Obter respostas biológicas sobre *G. castelnaui* através das formas.

### 3 - REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 - Morfometria geométrica

Análises morfológicas ou morfométricas geralmente usam a morfometria tradicional ou linear para seus estudos, usando principalmente métodos multivariados, como o conjunto de variáveis, distâncias lineares e ângulos. Porém, desde o final do século XX vem surgindo cada vez mais estudos utilizando outra abordagem morfológica, a morfometria geométrica (ADAMS *et al.*, 2004).

A morfometria geométrica e seus métodos analíticos vieram ganhar uma maior difusão no meio científico no começo dos anos noventa, ao passo que o pesquisador F. James Rohlf iniciou a elaboração e criação de programas voltados a análises geométricas para computadores pessoais (microcomputadores) (MONTEIRO; REIS, 1999).

Avalia-se que a morfologia ou o estudo da forma em organismos tem sido na biologia um dos ramos mais antigos de estudo (MONTEIRO; REIS, 1999; ZELDITCH *et al.*, 2004). Segundo Rohlf (1990), a morfometria geométrica, tida como um campo de análises que usa as coordenadas dos marcos (neste caso, anatômicos), registrando em várias dimensões para que assim possa capturar a geometria do objeto.

A morfometria geométrica é um método de análise de baixo custo o qual é possível que seja realizada a identificação de espécies através do estudo de estruturas específicas, uma vez que ao analisar as formas específicas pode ser feita uma caracterização morfométrica desta estrutura (MACEDO, 2017). Segundo Fornel e Cordeiro-Estrela (2012) a ferramenta morfometria geométrica tem como visão a transformação dos dados, obtidos das coordenadas dos marcos anatômicos, para obtenção de uma variável de tamanho e forma.

A morfometria geométrica é considerada mais eficaz que a linear devido à capacidade de, por meio dela, capturar informações sobre a forma. Essas informações proporcionam análises estatísticas mais robustas e completas, avaliando as diferenças na forma como um todo e levando a representações gráficas que mostrem as mudanças entre os indivíduos estudados (ROHLF; MARCUS, 1993).

Os crustáceos são animais de exoesqueleto rígido e de fácil identificação de marcos e semimarcos anatômicos, o que os tornam animais ideais para a aplicação de estudos com a ferramenta morfometria geométrica (RUFINO; ABELLÓ; YULE, 2004).

### 3.2 – Crescimento ontogenético e dimorfismo sexual

O crescimento ontogenético nos braquiúros, como ocorre nos crustáceos, acontece através de mudas, também chamadas de ecdises. Essas ecdises são processos que ocorrem de forma discreta (não contínua), que se caracterizam pela troca (descarte) do exoesqueleto calcificado atual para que possa assim expandir os tecidos moles, havendo o crescimento do corpo até que enrijeça novamente. A ecdise acontece por meio de alterações químicas, fisiológicas, morfológicas e comportamentais e o tempo entre uma muda e outra pode sofrer influência tanto de aspectos bióticos como abióticos (HARTNOLL, 1982; AIKEN; WADDY, 1992; LIMA; SOARES; OSHIRO, 2006; SCHRAM; CASTRO, 2015).

À medida que o animal vai crescendo, as mudas continuam a ocorrer sucessivamente, levando ao aparecimento de padrões corporais de crescimento e, conseqüentemente, gerando características específicas para cada gênero, conhecido como dimorfismo sexual. Nesse contexto, pode-se citar a alometria positiva no pléon das fêmeas e nas quelas dos machos, especialmente antes da muda puberal (HARTNOLL, 1974). A muda puberal é um indício de que o animal está no início de sua maturidade (HARTNOLL, 2015). Mesmo que estas modificações aconteçam de forma gradual a cada muda, Hartnoll e Bryant (2001) relatam que mudanças que vêm a acontecer em cada muda costumam variar a depender da energia que será aplicada para outros fins ao longo da vida do animal.

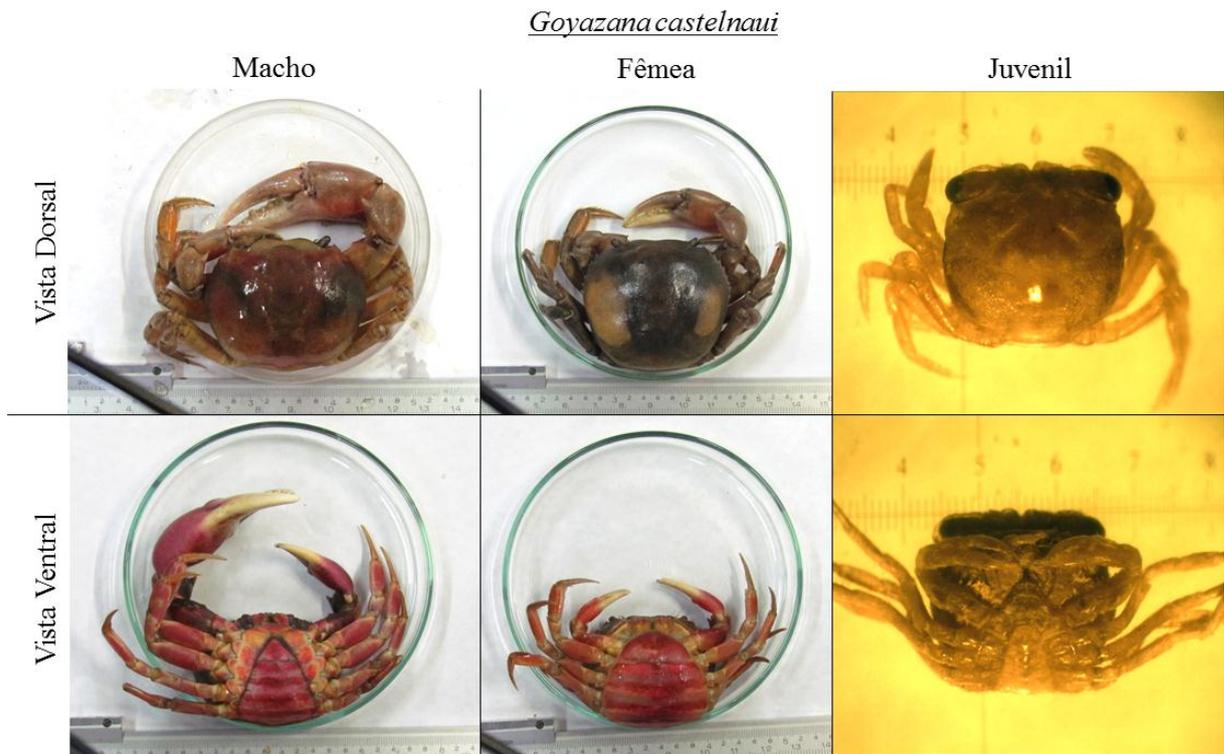
Para a espécie *Goyazana castelnaui* já foi registrada a presença de dimorfismo sexual relacionado à caracteres morfológicos na carapaça e no pléon, entre indivíduos sexados jovens e adultos, assim como características de alometria ontogenética através de um estudo utilizando a morfometria geométrica por Silva; Almeida e Shinozaki-Mendes (2018). A realização de estudos sobre a morfologia dos caranguejos é uma ferramenta fundamental para estudos sobre sua filogenia, sistemática e dimorfismo sexual (GOÉS; FRANSOZO, 2001), como por exemplo, o uso da morfometria geométrica.

### 3.3 – Espécie *Goyazana castelnaui*

Segundo De Grave *et al.* (2009) e Martin e Davis (2001) a classificação taxonômica da espécie *G. castelnaui* se dá da seguinte maneira:

- **Filo** Arthropoda;
- **Subfilo** Crustacea;
- **Classe** Malacostraca (Latreille, 1802);
- **Ordem** Decapoda (Latreille, 1802);

- **Subordem** Pleocyemata (Burkenroad, 1963);
- **Infraordem** Brachyura (Linnaeus, 1758);
- **Superfamília** Trichodactyloidea (H. Milne-Edwards, 1853);
- **Família** Trichodactylidae (H. Milne-Edwards, 1853);
- **Subfamília** Dilocarcininae (Pretzmann, 1978);
- **Gênero** *Goyazana* (Both, 1969);
- **Espécie** *Goyazana castelnaui* (H. Milne-Edwards, 1853).



**Figura 1.** Vistas dorsal e ventral do caranguejo *Goyazana castelnaui* de indivíduos adultos (macho e fêmea) e juvenil.

**Fonte:** O Autor, 2021.

Esta espécie foi escolhida como objeto de estudo por ser o único Brachyura registrado na Bacia do Pajeú (SILVA *et al.*, 2009), possuindo destacada relevância na cadeia trófica deste ecossistema, atuando como herbívoros, predadores de pequenos invertebrados ou necrófagos (MAGALHÃES, 2003).

*G. castelnaui* apresenta-se distribuída entre as regiões Tropicais e Subtropicais da América Central, América do Sul, África, Madagascar, Índia, Ásia, Austrália e Sul da Europa (MAGALHÃES; TURKAY, 1996). A referida espécie é um dos caranguejos dulcícolas com maior distribuição territorial no Brasil, vindo a ocorrer nas Bacias dos rios

Araguaia-Tocantins, Xingu, Alto Paraná, Alto Paraguai e São Francisco (MAGALHÃES, 2003), bem como as costeiras do Maranhão e Sergipe (MAGALHÃES; TÜRKAY, 1996) e no estado do Piauí (LIMA-JUNIOR *et al.*, 2008).

Tais registros de ocorrências relatam a presença de *G. castelnaui* para rios perenes, porém, a espécie pode vir a ocorrer em rios intermitentes como o Rio Pajeú (SILVA; ALMEIDA; SHINOZAKI-MENDES, 2018) e o Rio Brígida (FREITA *et al.*, 2013), localizados no Semiárido pernambucano.

Por ser uma espécie de ampla distribuição geográfica, possui uma população considerada alta e estável com um grau de tolerância considerado alto para alterações em seus habitats, *G. castelnaui* foi avaliada como sendo pouco preocupante na lista vermelha de espécies ameaçadas, segundo os critérios da International Union for Conservation of Nature (IUCN) (CUMBERLIDGE, 2008). Mesmo não havendo ações diretas para a conservação de caranguejos de água doce da família Trichodactylidae (MAGALHÃES, 2016), é considerado que seja pouco provável que haja uma diminuição considerável destas populações de forma que a espécie venha ser classificada como ameaçada de extinção, apesar das futuras ameaças a esta espécie incluírem a perda ou a degradação de habitat induzida pelo homem e a poluição (CUMBERLIDGE, 2008).

Atualmente já se encontram registros bibliográficos referentes à espécie com informações que vão além de distribuição geográfica e descrição das características e especificidades morfológicas (MELO, 2003). Estas novas informações elucidam sobre a sua biologia reprodutiva, como em Nunes (2011) que caracterizou a maturidade gonadal macro e microscopicamente; Menezes (2011) que descreveu sobre a maturidade, fecundidade e mortalidade e Almeida; Silva e Shinozaki-Mendes (2019) que abordaram em seu trabalho as características de dimorfismo sexual, variações sazonais na estrutura populacional e estágios de maturação gonadal, estimativa de curva de maturidade e período reprodutivo. Além destes, há trabalhos sobre comportamento em ambiente natural e em cativeiro e morfometria de juvenis (MENEZES, 2018) e sobre dimorfismo sexual e alometria ontogenética entre jovens e adultos (SILVA; ALMEIDA; SHINOZAKI-MENDES, 2018).

Com isto, este estudo buscou obter a trajetória ontogenética, assim como uma melhor caracterização do dimorfismo sexual, incluindo neste trabalho juvenis desde o primeiro estágio de caranguejo como também os quelípodos, os quais não há registros de estudos, e assim, contribuir para um melhor conhecimento da espécie.

#### 4 – REFERÊNCIAS

ADAMS, D. C.; ROHLF, F. J.; SLICE, D. E. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. **Italian Journal of Zoology**, v. 28, p. 5-16. 2004.

AIKEN, D.E.; WADDY, S.L. The Growth Process in Crayfish. **Reviews in Aquatic Sciences**, v. 6 (3,4), p 335-381, 1992.

ALMEIDA, P. R. S. SILVA, L. N.; SHINOZAKI-MENDES, R. A. Reproductive biology of the freshwater crab *Goyazana castelnaui* (Brachiura: Trichodactylidae) in a semiarid region of Brazil. **Invertebrate Reproduction and Development**. 2019.

CUMBERLIDGE, N. *Goyazana castelnaui*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T134976A4044604.

<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T134976A4044604.en>. Acesso em 15 de Fevereiro de 2021. 2008.

DE GRAVE, S.; PENTCHEFF, N.D.; AHYONG, S.T.; CHAN, T.-Y.; CRANDALL, K.A.; DWORSCHAK, P.C.; FELDER, D.L.; FELDMANN, R.M.; FRANSEN, C.H.J.M.; GOULDING, L.Y.D.; LEMAITRE, R.; LOW, M.E.Y.; MARTIN, J.W.; NG, P.K.L.; SCHWEITZER, C.E.; TAN, S.H.; TSHUDY, D.; WETZER, R. A. Classification of Living and Fossil Genera of Decapod Crustaceans. **Raffles Bulletin of zoology**, (21) p. 1–109, 2009.

FREITA, F.R.V.; SANTANA, N.N.; LANDIM, F.G.S.; PEIXOTO, B.M.J.; PINHEIRO, A.P. Occurrence of *Goyazana castelnaui* (H. Milne-Edwards, 1853) (Crustacea: Decapoda: Trichodactylidae) in the Semi-arid Region of the State of Pernambuco, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.8 (4), p. 358-360, 2013.

FORNEL, R.; CORDEIRO-ESTRELA, P. **Morfometria Geométrica e a Quantificação da Forma dos Organismos**. In: Jorge R. Marinho; Luiz U. Hepp; Rodrigo Fornel. (Org.). Temas em Biologia: Edição comemorativa aos 20 anos do Curso de Ciências Biológicas e aos 5 anos do PPG-Ecologia da URI Campus de Erechim. 1ed.Erechim: EDIFAPES, v. , p. 101-120. 2012.

GÓES, J. M.; FRANSOZO, A. Aspéctos morfológicos do caranguejo *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustácea, Brachyura, Xanthidae), do costão rochoso da praia grande, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **IX Congresso Latinoamericano Sobre Ciências Del Mar**. San Andrés Isla, Colômbia, p. 16-20. 2001.

HARTNOLL, R. G.; BRYANT, A.D. Growth to maturity of juveniles of the spider crabs *Hyas coarctatus* Leach and *Inachus dorsettensis* (Pennant) (Brachyura: Majidae) **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 263, p. 143-158. 2001.

HARTNOLL, R.G. Postlarval life histories of Brachyura. In: CASTRO P.; DAVIE, P.J.F.; GUINOT, D.; SCHRAM, F.R.; VON VAUPEL KLEIN, J.C. (Eds.), **Treatise on Zoology: Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea**, Leiden – Boston: Brill, v. 9C-I, p. 375-416. 2015.

HARTNOLL, R.G. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**. v. 27, n. 2, p. 131-136. 1974.

HARTNOLL, R. G. Growth. *In*: BLISS, D.E. (ed.), **The Biology of Crustacea. Embriology, Morphology and Genetics**. New York, Academic Press, inc. v. 2, p. 111-96. 1982.

LIMA, G. V.; SOARES, M. R. S.; OSHIRO, L. M. Y. Reproductive biology of the semiarid crab *Armases rubrips* (Decapoda, Brachyura) from an estuarine area of the Sahy River, Septiba Bay, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**. Porto Alegre. v. 96, n. 1, p. 47-52. 2006.

LIMA-JÚNIOR, T. B.; CARVALHO, J. B.; SANTOS, J. N.; CRUZ, A. C.; LEITE, J. R. S. A. Novas ocorrências de *Goyazana castelnaui* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea, Brachyura, Trichodactylidae), para o Estado do Piauí, Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 21, p. 31-34. 2008.

MACEDO, M. P. Morfometria geométrica alar como ferramenta para a identificação de três espécies de califorídeos (Diptera: Calliphoridae) no Cerrado Brasileiro. **EntomoBrasilis**, v. 10 n.1 p.09-13, 2017.

MAGALHÃES, C. Famílias Pseudothelphusidae e Trichodactylidae. *In*: Melo, G.A.S. (ed.) **Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de Água Doce do Brasil**. São Paulo, Edições Loyola, p. 143-287. 2003.

MAGALHÃES, C. Avaliação Dos Caranguejos Tricodactilídeos (Decapoda: Trichodactylidae). *In*: PINHEIRO, M.; BOOS; H. (Org.) **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, p.420-440. 2016.

MAGALHÃES, C.; TURKAY, M. Taxonomy of the Neotropical freshwater crab family Trichodactylidae I. The generic system with description of some new genera (Crustacea: Decapoda: Brachyura). **Senckenbergiana biologica**, Frankfurt, V. 75, n. 1, p. 63-95. 1996.

MARTIN, J. W.; DAVIS, G. E. An updated classification of the recent crustacean. Natural History Museum of Los Angeles County, **Science series**. v. 30, p. 1-132. 2001.

MELO, G. A. S. **Manual de Identificação dos Crustácea Decapoda de Água Doce do Brasil**. São Paulo. São Paulo, Loyola – Centro Universitário São Camilo – Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 429p. 2003.

MENEZES, A. N. C. **Biologia Reprodutiva do Caranguejo de Água Doce *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 (Brachyura: Trichodactylidae) Capturado no Rio Pajeú, Município de Floresta, Pernambuco**. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada. 51p. 2011.

MENEZES, A. N. C. **Comportamento e morfometria do caranguejo *goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 (Brachyura, Trichodactylidae) no sertão de Pernambuco, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada. 79p. 2018.

MONTEIRO, L.R.; REIS, S.F. **Princípios De Morfometria Geométrica**. Holos, Ribeirão Preto. 1999.

NUNES, A. C. F. **Maturidade gonadal (macroscópica e microscópica) de *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 (Brachyura: Trichodactylidae)**. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada. 51p. 2011.

ROHLF, F.L. Morphometrics. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, p. 299-316. 1990.

ROHLF, F.J.; MARCUS, LF. A revolution in morphometrics. **Trends in Ecology and Evolution**. v. 8, n. 4, p. 129-132. 1993.

RUFINO, M.; ABELLÓ, P.; YULE, A. B. Male and female carapace shape differences in *Liocarcinus depurator* (Decapoda, Brachyura): an application of geometric morphometric analysis to crustaceans. **Italian Journal of Zoology**, v. 71, p. 79-83, 2004.

SCHRAM F.R.; CASTRO, P. **Introduction to Brachyura. In: Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology. Decapoda: Brachyura, Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology** (CASTRO, P.; DAVIE, P.J.F.; GUINOT, D.; SCHRAM, F.R.; VON VAUPEL KLEIN, J.C. eds.), v. 9C-1, p. 3-10. Brill, Leiden & Boston. 2015.

SILVA, I. S.; CRUZ, F. C.; LIMA, J. E. S.; CAMELLO-NETO, A. A.; VIANA, G. F. S. **Carcinofauna do município de Serra Talhada e adjacências, Bacia Hidrográfica do Pajeú, PE: Revisão de literatura**. Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão. 2009.

SILVA, L. N.; ALMEIDA, P. R. S.; SHINOZAKI-MENDES, R. A. Dimorfismo sexual e alometria ontogenética em *Goyazana castelnaui* (CRUSTACEA: BRACHYURA). **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 108, 2018.

ZELDITCH, M.L.; SWIDERSKI, D.L.; SHEETS, H.D. FINK, W.L. **Geometric Morphometrics for Biologists: a Primer**. Elsevier Academic Press, San Diego, California, USA, 2004.

## 5 - ARTIGO

### VARIAÇÃO ONTOGENÉTICA DO CARANGUEJO *Goyazana castelnaui* H. MILNE-EDWARDS, 1853 (BRACHYURA, TRICHODACTYLIDAE) NO SEMIÁRIDO DO BRASIL.

Artigo científico submetido à revista **Anais da Academia Brasileira de Ciências (AABC)**. Seção ciências biológicas, seguindo todas as normas de publicação da revista, incluindo idioma em inglês.

<https://www.scielo.br/revistas/aabc/iinstruc.htm>

O artigo foi considerado aceito para publicação após serem atendidas pequenas alterações.

As normas de redação e citação doravante atendem as estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

# VARIAÇÃO ONTOGENÉTICA DO CARANGUEJO *Goyazana castelnaui* H. MILNE-EDWARDS, 1853 (BRACHYURA, TRICHODACTYLIDAE) NO SEMIÁRIDO DO BRASIL

Diógenes Santos de Almeida<sup>1\*</sup>, Anastácia Novaes de Carvalho Menezes<sup>1</sup>,

Renata Akemi Shinozaki-Mendes<sup>1</sup>.

*1-Laboratório de Biologia Pesqueira, Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Avenida Gregório Ferraz Nogueira, s/n, José Tomé de Souza Ramos, Serra Talhada, Pernambuco, 56900-000, Brasil.*

*\* e-mail: diogenesalmeid@gmail.com*

## 5.1 - RESUMO

Com o objetivo de conhecer a trajetória ontogenética e as variações morfológicas de *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 ao longo do desenvolvimento, foi realizado o estudo ontogenético desde o estágio de primeiro caranguejo (ainda na cavidade abdominal da fêmea) até a fase adulta, utilizando-se de técnicas e ferramentas de morfometria geométrica. Foram estudadas 36 fêmeas, 43 machos e 162 juvenis (sexo não identificado) coletados no Rio Pajeú, semiárido do Brasil. Para realizar as análises, os caranguejos tiveram a carapaça, pléon e quelípodo direito fotografados, com os indivíduos dispostos paralelos ao plano, com 04 marcos anatômicos e 07 semimarcos na carapaça; 03 marcos e 10 semimarcos no pléon e nos quelípodos 03 marcos e 07 semimarcos. Por meio das análises de componentes principais (PCA) observou-se que a variação ocorreu principalmente na região frontal e posterior na carapaça, o pléon apresentou variações mais notórias na região posterior e anterolateral enquanto os quelípodos apresentaram maiores variações na base do póllex. Há variação significativa na variação canônica entre os sexos e entre jovens e adultos ( $p < 0,05$ , teste de Hotelling com correção de Bonferroni), com alocações corretas variando entre 89,3% e 100,0% para a carapaça, pléon e quelípodo, obtidos por meio de análise discriminante ( $p < 0,05$ ). Com base nos escores de regressão das correlações canônicas em função do tamanho do centroide foi possível observar a trajetória ontogenética, cuja carapaça apresenta constata dimorfismo ao longo da trajetória e ambos os sexos atingem tamanhos de centroide semelhantes ( $p > 0,05$ ). Já para o pléon e o quelípodo, ambos os sexos são semelhantes quando juvenis, divergindo ao longo da trajetória e atingindo diferentes tamanhos de centroide ( $p < 0,05$ ), cujas fêmeas apresentam maior pléon e os machos maior quelípodo, corroborando a teoria monofilética dos Brachyura.

**Palavras-chave:** Caranguejo dulcícola, dimorfismo sexual, polimorfismo ontogenético, Semiárido.

**ONTOGENETIC VARIATION OF THE GOYAZANA CASTELNAUI H.  
MILNE-EDWARDS, 1853 (BRACHYURA, TRICHODACTYLIDAE), CRAB IN THE  
SEMIARID REGION OF BRAZIL**

**5.2 – ABSTRACT**

In order to know the ontogenetic trajectory and the morphological variations of *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853, throughout development, we conducted an ontogenetic study from the first crab stage (within the female's abdominal cavity) to the adult stage using geometric morphometry techniques and tools. We studied 36 females, 43 males and 162 juveniles (unidentified sex) collected in the Pajeú River, in the semiarid region of Brazil. To carry out the analyses, we photographed crabs' carapace, pleon and right cheliped. The individuals were arranged parallel to the plane with four anatomical landmarks and seven semi-landmarks on the carapace; three landmarks and ten semi-landmarks on the pleon; and three landmarks and seven semi-landmarks on chelipeds. Through principal components analysis (PCA), we observed that the variation occurred mainly in the frontal and posterior region of the carapace. The pleon presented marked variations in the posterior and anterolateral region, while chelipeds presented greater variations at the base of the fixed finger. There is a significant variation in the canonical variation between sexes and between youth and adults ( $p < 0,05$ , Hotelling test with Bonferroni correction). Correct allocations obtained by discriminant analysis ( $p < 0,05$ ) varied between 89.3% and 100.0% for the carapace, pleon, and cheliped. Based on regression scores of canonical correlations in function of centroid size, it was possible to observe the ontogenetic trajectory. The carapace shows a constant dimorphism along the trajectory, and both sexes reach similar centroid sizes ( $p < 0,05$ ). As for the pleon and the cheliped, both sexes are similar when juvenile, diverging along the trajectory and reaching different centroid sizes ( $p < 0,05$ ). Females have a larger pleon and males a larger cheliped, corroborating the monophyletic theory of Brachyura.

**Keywords:** Freshwater crab, sexual dimorphism, ontogenetic polymorphism, semiarid.

### 5.3 - INTRODUÇÃO

O crescimento dos braquiúros ocorre por meio de ciclos de muda (ecdises) consecutivas caracterizadas pelas alterações fisiológicas, morfológicas, químicas e comportamentais, onde a duração e o tempo entre as mudas podem ser influenciados pelos fatores bióticos e abióticos, bem como o tamanho do indivíduo e a capacidade em obter e armazenar recursos para o próximo incremento (AIKEN; WADDY, 1992; LIMA; OSHIRO, 2006; SCHRAM; CASTRO, 2015). As sucessivas mudas levam ao surgimento de padrões de crescimento corporal que permitiram a esses organismos desenvolver comportamentos funcionais específicos típicos para cada sexo, como a alometria positiva das quelas dos machos e do pléon das fêmeas principalmente na fase pré-puberal (HARTNOLL, 1974), gerando assim características dimórficas (MAROCHI *et al*, 2016) em uma mesma espécie.

O estudo dos padrões morfológicos vem ao longo dos anos se aperfeiçoando substituindo técnicas relacionadas à morfometria clássica, pela morfometria geométrica com a finalidade de se conhecer um organismo como um todo, proporcionando o conhecimento de como a forma de um indivíduo pode ser moldada a partir de interações complexas entre fatores genéticos e o ambiente (KLINGENBERG, 2010). Devido ao exoesqueleto rígido e a fácil identificação dos marcos anatômicos, os crustáceos se tornam organismos ideais para a aplicação das análises de morfometria geométrica (RUFINO; ABELLÓ; YULE, 2004), cujo crescimento pode ser identificado por meio de uma trajetória ontogenética.

Alguns trabalhos realizados com a ferramenta da morfometria geométrica em caranguejos têm como objetivo averiguar a variação na forma dos espécimes quanto à diferenciação entre populações de diferentes localidades (TREVISAN; MASUNARI, 2010; SCALICI *et al*, 2013; DELI *et al*, 2015; PRAMITHASARI; BUTET; WARDIATNO, 2017), para diferenciar os indivíduos quanto ao dimorfismo sexual (ALENCAR *et al*, 2014; MAROCHI *et al*, 2016), assim como, quanto a variações na trajetória ontogenética (SHINOZAKI-MENDES; LESSA, 2017), que consiste em variações associadas a processos de crescimento. Para a espécie *Goyazana castelnaui*, apenas o artigo de Silva; Almeida e Shinozaki-Mendes (2018) utiliza a morfometria geométrica com o objetivo de identificar a existência de dimorfismo sexual e etário para indivíduos sexados jovens e adultos, porém, neste trabalho não foram incluídos juvenis no estágio de primeiro caranguejo e nem análises de quelípodos.

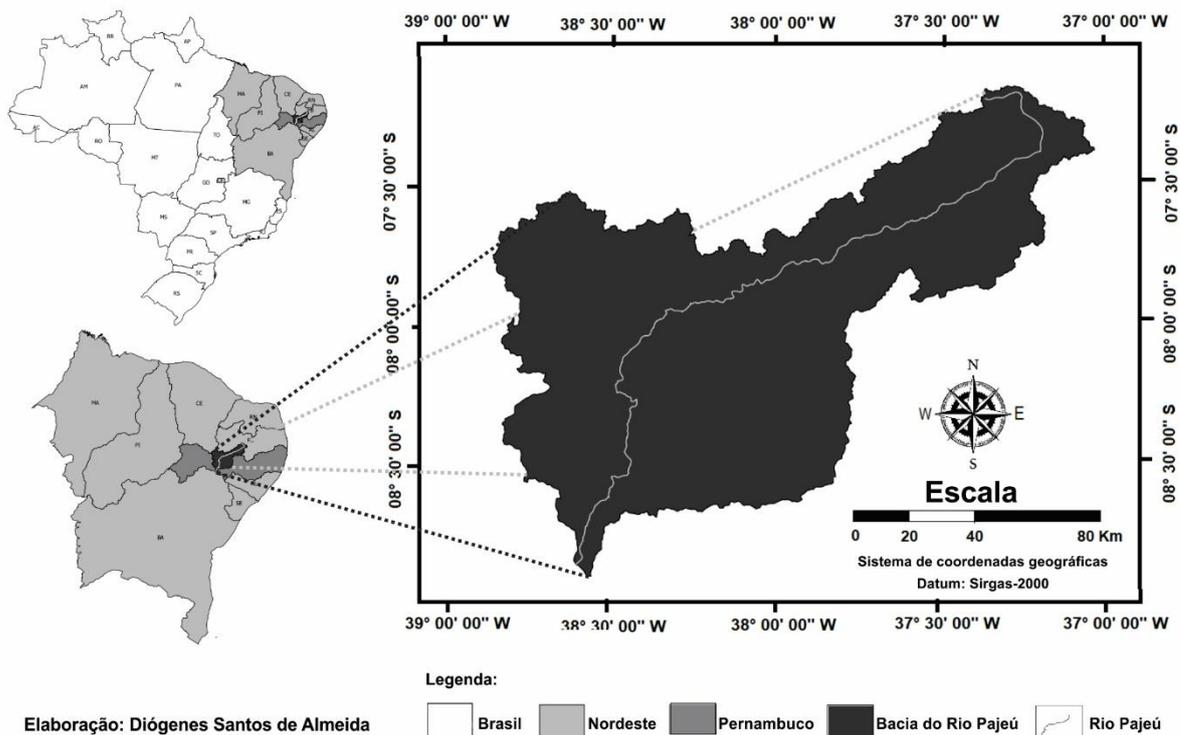
O presente estudo tem por objetivo analisar as variações morfológicas da carapaça (vista dorsal), do pléon (ventral) e dos quelípodos direitos de *G. castelnaui* ao longo da

trajetória ontogenética, com a finalidade de averiguar o polimorfismo etário e sexual da espécie durante o crescimento, utilizando-se de técnicas de morfometria geométrica.

#### 5.4 - MATERIAL E MÉTODOS

##### Área de estudo e procedimentos laboratoriais

Os caranguejos foram coletados ao longo do Rio Pajeú, no semiárido do Brasil, na coordenada média de 08°38'S e 038°35'W (Fig. 1), no período entre fevereiro de 2011 e setembro de 2016. As coletas foram realizadas no período crepuscular e noturno com auxílio de puçás. Em laboratório, os exemplares foram crioanestesiados, identificados e sexados segundo Magalhães (2003), em que fêmeas apresentavam pléon semicircular largo com quatro pares de pleópodos e os machos, pléon triangular e estreito. Foram coletados 79 indivíduos com vida livre (36 fêmeas - F e 43 machos - M) e 162 juvenis não sexados (J) nas câmaras incubatórias de fêmeas, no estágio de primeiro caranguejo uma vez que não havia vestígios de ecdises.



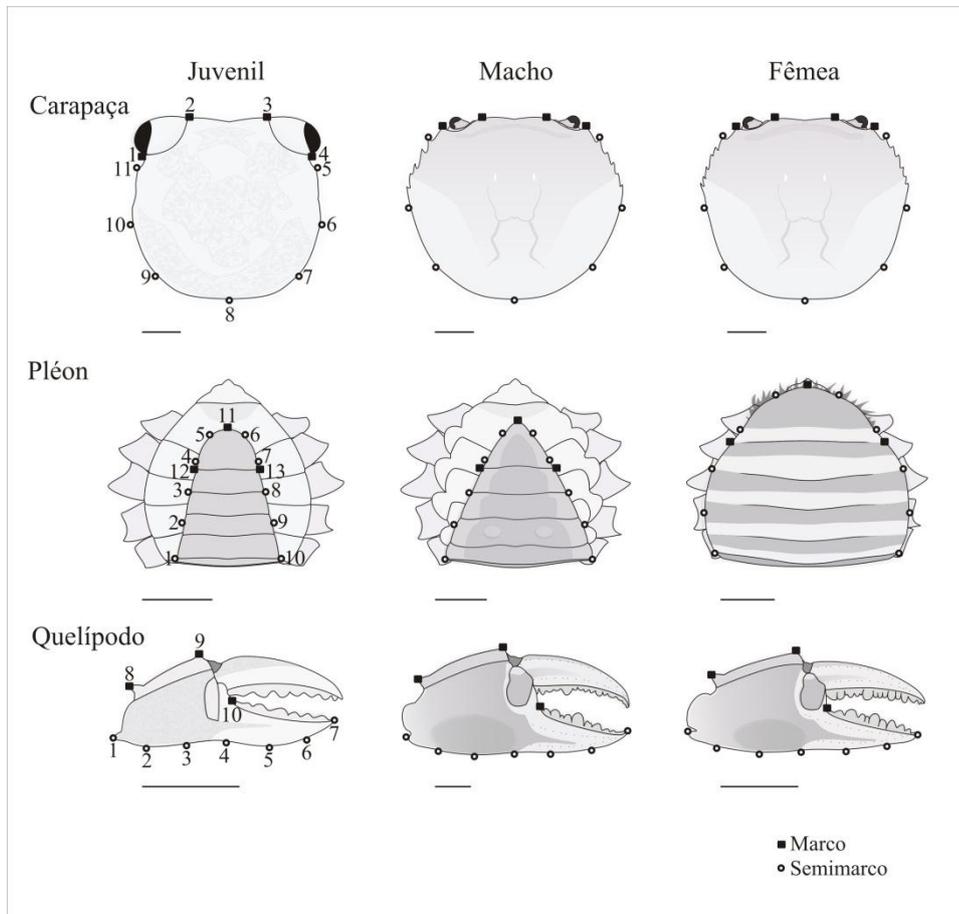
**Figura 2.** Localização Geográfica da área de coleta de *Goyazana castelnaui*, no Rio Pajeú, Pernambuco, Brasil.

### Morfometria Geométrica e Estatística

Inicialmente, foram realizadas fotografias da carapaça (28 F, 43 M e 162 J), pléon (28 F, 43 M e 162 J) e da vista dorsal (externa) dos própodos direitos (36 F, 33 M e 40 J) dos caranguejos. As imagens de indivíduos com má formação ou injúrias foram descartadas das análises. Para a morfometria linear, os exemplares foram mensurados com auxílio do programa UTHSCSA *ImageTool* 3.0 (WILCOX *et al.*, 1996) quanto a largura da carapaça (LC) e o comprimento do pléon (CP) e do própodo quelar direito (CQ).

Os machos e fêmeas foram fotografados com uma câmera digital acoplada a um tripé, com lente de distância focal de 50 mm (CANON, 2012), com os indivíduos dispostos paralelos ao plano. Os juvenis foram fotografados com câmera acoplada a microscópio estereoscópico (BEL PHOTONICS, 2014).

Foram digitalizados 04 marcos e 07 semimarcos na carapaça, 03 marcos e 10 semimarcos no pléon e 03 marcos e 07 semimarcos nos quelípodos (Fig. 2), os quais foram distribuídos estrategicamente para uma melhor obtenção da forma do animal utilizando o programa TPSDig versão 2.10 (ROHLF, 2006).



**Figura 3.** Desenho esquemático de exemplares de *Goyazana castelnaui* juvenil, macho e fêmea, com a localização dos marcos e semimarcos anatômicos na carapaça, pléon e

quelípodo direito. Carapaça: 1 e 4, extremidades do dente exorbital; 2 e 3 - lóbulos da margem frontal da carapaça; 5 e 11, extremidades do segundo dente exorbital. Ponto inicial e final da alocação dos semimarcos (de 6 a 10) que circundam a carapaça com igual distância. Pléon: 1 e 10, Extremidade posterior do II somito abdominal. Ponto inicial e final da alocação dos semimarcos (de 2 a 9) que margeiam o pléon com igual distância; 11, ápice do télson; 12 e 13, extremidade posterior do télson. Quelípodo direito: 1, ponta do dente inferior próximo da carpo-própodo. Ponto inicial da alocação dos semimarcos (de 2 a 6) que margeiam o própodo com igual distância até o semimarco 7; 7 – Extremidade distal do pólex; 8, ponta do dente superior próximo da articulação carpo-própodo; 9, extremidade distal da crista do própodo; 10, base proximal do primeiro dente do pólex. Escalas: juvenil 0,5 mm, macho e fêmea 10,0 mm.

Para alinhar as coordenadas dos marcos e semimarcos pelo centroide foi realizada a Análise Generalizada de Procrustes (GPA) utilizando o programa MorphoJ versão 1.06 (KLINGENBERG, 2008), onde as diferenças na orientação, posição e escalas foram removidas (ROHLF; MARCUS, 1993; BOOKSTEIN, 1996; ADAMS; ROHLF; SLICE, 2004). A partir da matriz de resíduos gerados na GPA, foi realizada uma Análise de Componente Principal (PCA) para determinar as principais características das formas. Posteriormente, foi realizada a Análise de Variância Canônica (CVA) com 10000 permutações para encontrar as características da forma que melhor distinguem e separam os grupos, utilizando a Distância de Procrustes (Dist. Proc.).

Antes das análises, medições dos marcos e semimarcos foram tomadas duas vezes para carapaça, pleon e quelípodo direito pelo mesmo pesquisador com as imagens em ordens aleatórias. Em seguida, os dois grupos (original e repetição) foram comparados usando o Teste de Hotelling ( $T^2$ ) ( $p < 0,05$ ) para análise discriminante. Em caso de diferença entre os grupos, uma terceira medição foi feita até que nenhuma diferença significativa fosse identificada.

Foi realizada a análise multivariada da variância (MANOVA) com ajuste de probabilidades para comparações múltiplas de Bonferroni (Fornel e Cordeiro-Estrela 2012) para identificar possíveis diferenças na forma (Carapaça, Pléon e Quelípodo) e no tamanho do centroide. Para estas análises foi utilizado o programa Past versão 3.07 (Hammer et al 2001).

Para testar as diferenças existentes entre as formas de cada grupo e calcular as percentagens de suas características foi realizada a Análise de Função Discriminante (DA), juntamente com o teste de permutação, o qual foi utilizando 10000 permutações para validar o

cruzamento entre esses grupos (VISCOSI; CARDINI, 2011). O Teste de Hotelling (T2) com ajuste de Bonferroni ( $p < 0,05$ ) foi utilizado para determinar as alocações corretas em cada grupo na DA.

Com a finalidade de avaliar estatisticamente possíveis diferenças no tamanho da carapaça, do pléon e do quelípodo ao longo da trajetória ontogenética dos exemplares de *G. castelnaui*, foram gerados gráficos de regressão com distribuição dos escores da CVA (variável dependente) em função do tamanho do centroide (variável independente).

## 5.5 - RESULTADOS

Os juvenis apresentaram LC variando entre 2,2 e 2,6 mm, as fêmeas entre 35,2 e 52,2 mm, e os machos entre 36,1 e 50,8 mm. O CP variou entre 0,8 e 1,20 mm (juvenis), entre 22,9 e 37,6 mm (fêmeas), e 18,4 e 28,0 mm (machos). O CQ dos jovens variou entre 1,1 e 1,2 mm, das fêmeas variou entre 14,3 e 34,4 mm e os machos entre 9,6 e 59,6 mm.

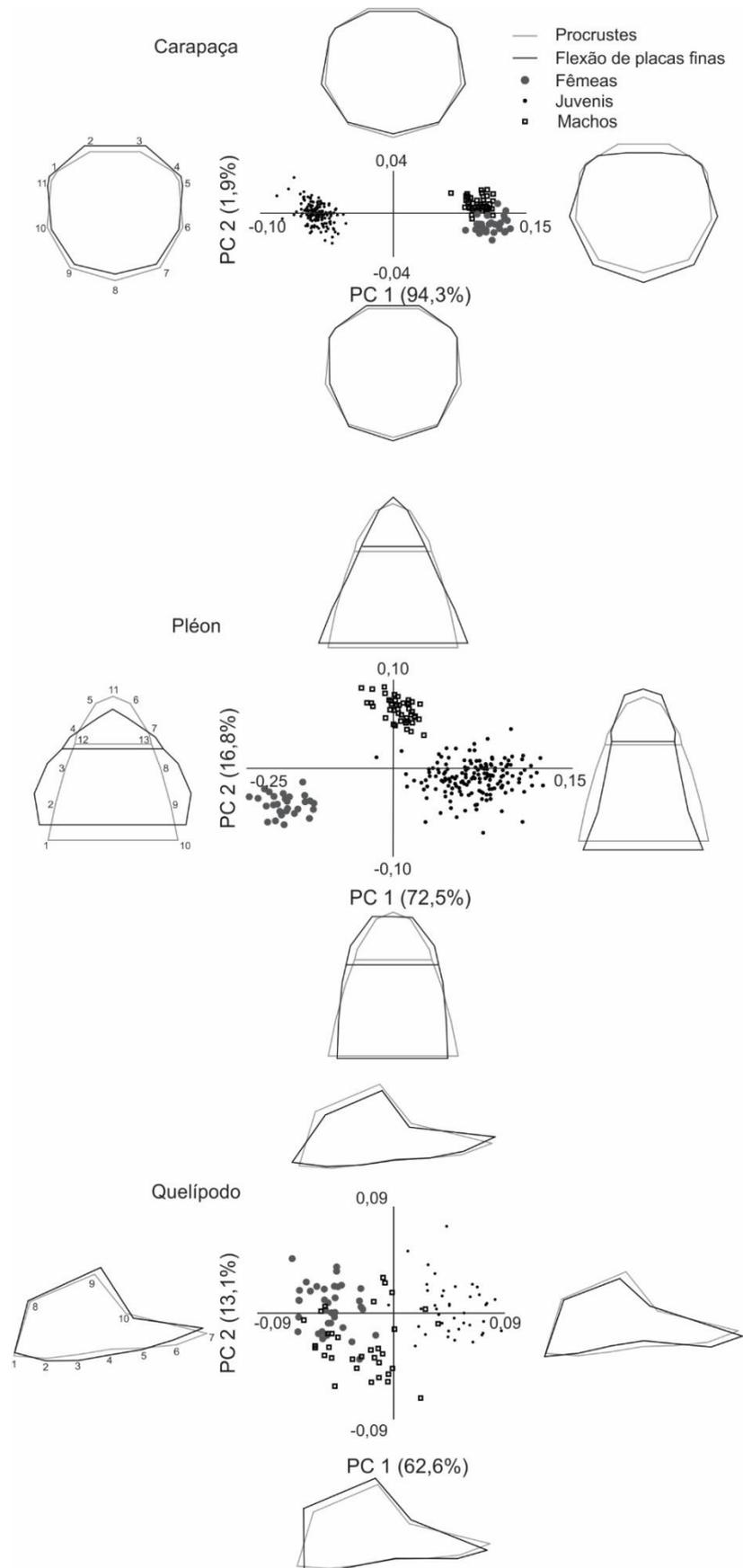
Inicialmente, a repetibilidade das medidas foi atestada, sem diferença significativa entre a medição original e a repetição para todas as análises (valor p variando de 0,9743 a 0,9999), sem necessidade de terceira análise.

Nas análises de componentes principais da variação dos marcos da carapaça, a componente (PC) 1 representou 94,3% da variância e a PC2 apenas 1,9% (Fig. 3). Na PC1, os valores negativos do eixo x foram compostos apenas por juvenis, sendo marcante o distanciamento desse grupo dos demais (F e M), destacando-se principalmente a região frontal (marcos 1, 2, 3 e 4) e posterior (semimarcos 7, 8 e 9). A PC2 separou os grupos F e M, com os escores das fêmeas distribuídos principalmente no eixo y negativo e os machos no positivo, enquanto os juvenis apresentaram dispersão ao longo do eixo. As principais variações ocorreram nos semimarcos posteriores (8) e laterais (6 e 10).

A PC1 do pléon explicou 72,5% de variação, com notórias mudanças em todos os pontos, principalmente na região posterior e anterolateral. Os escores do grupo de fêmeas dispersaram na extremidade do eixo x negativo, em contraste com os juvenis distribuídos ao longo do eixo positivo, com os machos compondo a região central do eixo mais próximo à origem. A PC2 representou 16,8% da variação, principalmente na base do pléon (nos semimarcos posteriores 1, 2 e seus homólogos); no ápice do Telson (marco 11) e nas laterais do Telson (nos semimarcos anteriores 4, 5 e seus homólogos). No eixo y os valores negativos extremos foram representados pelo grupo de fêmeas, os Juvenis ficaram dispersos na região central do eixo, enquanto os machos se distribuíram ao longo do eixo positivo (Fig. 3).

A PC1 do quelípodo apresentou 62,6% de variação, com distorções principalmente na região inferior do pólex correspondendo aos semimarcos 3, 4, 6 e 7, na extremidade distal da crista do quelípodo e na base proximal do primeiro dente do pólex nos marcos anatômicos 9 e 10 respectivamente. Os escores do grupo de fêmeas se dispersaram na extremidade negativa do eixo x, em contraste com os juvenis distribuídos principalmente ao longo do eixo x positivo, enquanto os machos compuseram a região central do eixo com maior parte no eixo negativo.

Na PC2 ocorreram 13,1% de variação, principalmente na ponta do dente inferior próximo a articulação carpo-própodo (semimarco 1), na extremidade do pólex (semimarco 7) e na ponta do dente superior próximo à articulação carpo-própodo (marcos 8) e na extremidade distal da crista do quelípodo (marco 9). Ao longo do eixo y os valores se mostraram dispersos para os três grupos, ficando os machos com a maioria dos valores no eixo negativo, enquanto as fêmeas com a maioria no eixo positivo, não apresentando assim uma notória separação entre os juvenis dos demais (Fig. 3).



**Figura 4.** Flexão de placas finas da carapaça, pléon e quelípodo associadas às variações das análises dos primeiros (PC1) e segundos (PC2) componentes principais de *G. castelnaui*. As

placas finas em cinza correspondem à sobreposição de Procrustes (valores médios) e em preto as deformidades. Os escores das fêmeas são representados por círculos cinza, dos juvenis por círculos pretos e dos machos por quadrados.

Na comparação das formas, bem como na CVA, observou-se diferença significativa entre todos os grupos, com p-valores menores que 0,01. Os resultados obtidos da DA através do teste  $T^2$  com a correção de Bonferroni demonstram também haver diferença significativa na forma entre os grupos ( $p < 0,01$ ) para a carapaça e pléon. Nos quelípodos observou-se diferença significativa entre os grupos F e J e M e J ( $p < 0,01$ ) já entre os grupos F e M não apresentaram diferença significativa ( $p = 0,68$ ), com maiores distâncias nas análises do pléon para todos os grupos.

Ao analisar a alocação correta nos grupos, o pléon de jovens, machos e fêmeas obtiveram a classificação 100% correta, enquanto para a carapaça houve uma variação entre 89,30% (de fêmeas alocada no grupo das fêmeas, em comparação pareado com machos) e 100% e para os quelípodos entre 90,91% (de machos alocados corretamente, em comparação às fêmeas) e 100% (Tab. 1).

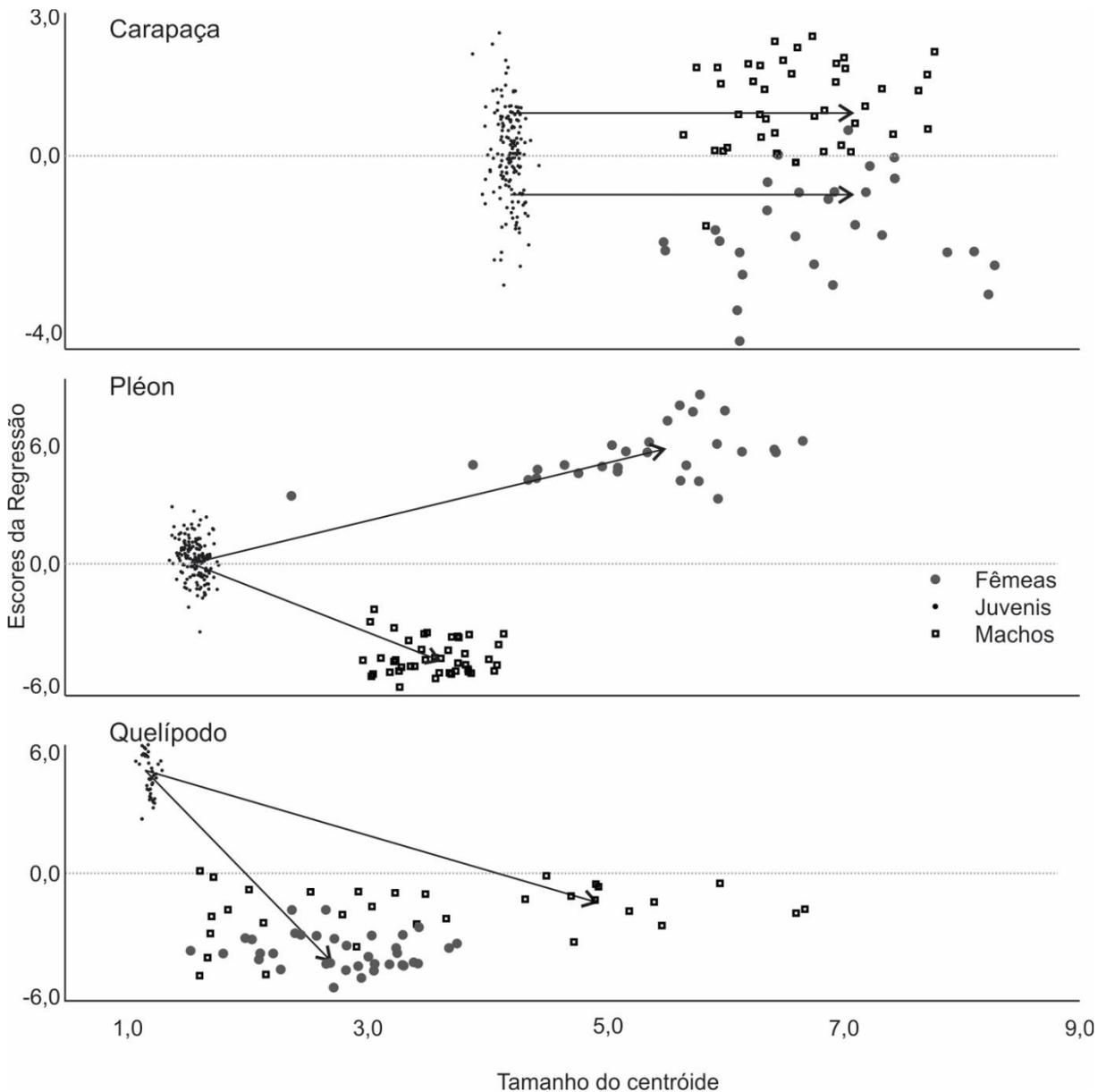
**Tabela 1.** Análise de Função Discriminante da carapaça, pléon e quelípedo e alocação correta dos grupos em interações par a par de fêmeas (F) machos (M) e juvenis de *Goyazana castelnaui*.

	Alocação correta dos grupos (%)			P-valor ( $T^2$ )
	F - J	F - M	M - J	
Carapaça	100 - 100	89,30 - 95,30	100 - 100	< 0,01
Pléon	100 - 100	100 - 100	100 - 100	< 0,01
Quelípedo	100 - 100	94,44 - 90,91	100 - 100	< 0,01

Com base nos escores de regressão da CVA1 com a CVA2 em função do tamanho do centroide (CS), notou-se que os juvenis foram separados dos demais grupos pelo tamanho do centroide, variando entre os escores de regressão positivos e negativos da carapaça e do pléon e alocando-se apenas no eixo positivo na análise do quelípedo (Fig. 4).

A carapaça apresenta constata dimorfismo ao longo da trajetória, com os juvenis dispersos ao longo do eixo y, os machos no eixo positivo e as fêmeas no eixo negativo e

ambos os sexos atingem tamanhos de centroide semelhantes ( $p=0,53$ ), diferindo dos juvenis ( $p<0,01$ ). Já para o pléon e o quelípedo, ambos os sexos são semelhantes quando juvenis, divergindo ao longo da trajetória e atingindo diferentes tamanhos de centroide, cujas fêmeas apresentam um maior pléon ( $p<0,01$ ) e os machos um maior quelípedo ( $p=0,02$ ). Ainda, observou-se que os valores da carapaça são maiores do que os do pléon e dos quelípodos ( $p<0,01$ ).



**Figura 5.** Trajetória ontogenética de *Goyazana castelnaui* na relação dos scores da regressão dos coeficientes da variação canônica 1 e 2 em função do tamanho do centroide, baseada na morfometria geométrica da carapaça, pléon e quelípodos, das fêmeas (círculos grandes cinzas), dos juvenis (círculos pequenos negros) e dos machos (quadrados brancos).

## 5.6 - DISCUSSÃO

O dimorfismo sexual é um aspecto notório e historicamente registrado para os Brachyura, principalmente nas regiões do pléon e quelípodos, como caracteres sexuais secundários. Contudo, variações na forma da carapaça foram poucas vezes associadas ao dimorfismo. No presente estudo, os juvenis não sexados apresentaram trajetória ontogenética da carapaça com tendência ao dimorfismo sexual ao variar entre os escores de regressão positivos (machos) e negativos (fêmeas). Esse dimorfismo nos primeiros estágios de juvenil também foi registrado para *Dilocarcinus pagei* (Stimpson, 1861), cuja variação se evidencia a partir do segundo estágio juvenil e no terceiro estágio a carapaça se torna mais larga que longa, similar ao que ocorre nos adultos (VIEIRA *et al.*, 2013), corroborando com a variação observada no presente estudo.

A alometria é a variação morfométrica relacionada a uma ou mais características dos organismos que vão mudando com o crescimento, devido a diferentes fenômenos biológicos, distinguindo-se nas alometrias estática, ontogenética e evolutiva (KLINGENBERG, 1996). O dimorfismo sexual pode ocasionar variações alométricas na estrutura corporal dos organismos, como consequência da pressão da seleção natural ou sexual (ADAM; MAROCHI; MASUNARI, 2018). A variação ontogenética do *G. castelnaui* (evidenciada na PC1) foi mais evidente que o dimorfismo sexual (representado na PC2), relacionada à forma da carapaça, do pléon e do quelípedo, corroborando que alterações nas características morfológicas entre os indivíduos de uma mesma espécie podem ocorrer ao longo do desenvolvimento ou somente na fase adulta, podendo o dimorfismo e as trajetórias ontogenéticas serem influenciados pelo crescimento e nível alométrico (MAROCHI *et al.*, 2018).

Na morfometria linear, os juvenis de *G. castelnaui* apresentaram a região frontal mais estreita, o que pode estar relacionado à forma e o tamanho dos olhos, pois quando comparados com os indivíduos adultos são proporcionalmente maiores na relação entre carapaça e olho. Como mencionado por Marochi *et al.*, (2018), fatores ecológicos exigem essas adaptações oculares, que gradativamente ao decorrer do desenvolvimento vão se tornando proporcionais ao tamanho do corpo e suas funções no ambiente.

Foi observado na análise da variação na trajetória ontogenética e na morfometria linear que, para *G. castelnaui*, ambos os sexos atingiram tamanhos de centroide semelhantes para a carapaça. Essa característica pode estar diretamente relacionada à cópula, pois, em alguns Brachyura, o macho segura a fêmea juvenil até o momento da muda puberal, como por exemplo *Callinectes danae* (SHINOZAKI-MENDES; LESSA, 2018), enquanto *G. castelnaui*

apresenta o gonópore aberto e a cópula pode ocorrer sem relação ao período de ecdises (observação pessoal).

Foi relatado para a espécie *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), por Alencar *et al.* (2014), que a forma da carapaça das fêmeas apresenta uma leve redução dos pontos laterais e nos machos a região posterolateral da carapaça era mais arredondada assim como pôde ser observado em *G. castelnaui* no presente estudo. Estando de acordo com o que foi dito por Rufino; Abelló e Yule (2004), que comentaram essa forma também presente nos machos de *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758), coincidiram com a área de encaixe dos pereópodos e quelípodos, podendo assim estar relacionado a um músculo mais forte nesta região o qual pode ser usado para comportamentos agonísticos.

O estudo do dimorfismo sexual e etário realizado por Silva; Almeida e Shinozaki-Mendes, (2018) também demonstrou para *G. castelnaui* o aumento da região posterior da carapaça em fêmeas adultas, sugerindo que esta característica pode estar associada à acomodação das gônadas dentro do cefalotórax, como proposto por Alencar *et al.* (2014) para as fêmeas *U. cordatus*. De acordo Marochi *et al.* (2018), outro fator que pode ocasionar o crescimento alométrico da margem posterior da carapaça é o crescimento do pléon, pois como faz parte de uma estrutura circundante da carapaça, pode dessa maneira ser afetada nas fêmeas.

As análises realizadas neste estudo destacaram principalmente para as fêmeas de *G. castelnaui* a forma e o tamanho do pléon em comparação aos machos e juvenis. As fêmeas apresentam o pléon semicircular na fase adulta se torna maior e recobre todo o esternito torácico, o que foi observado por Silva; Almeida e Shinozaki-Mendes, (2018) ao descreverem o desenvolvimento dessas estruturas quando comparados às fêmeas jovens. Possivelmente isto ocorre para que as fêmeas tenham um maior espaço para acomodar os ovos e os juvenis. Embora essa característica seja comum a todos os Brachyura, por um lado os caranguejos de água doce possuem ovos maiores que os caranguejos marinhos e apresentam desenvolvimento direto (epimórfico) (PINHEIRO; TADDEI, 2005). Por outro lado, nos marinhos os ovos eclodem numa fase mais primitiva (zoea) e as fêmeas possuem uma alta taxa de fecundidade. Assim, as espécies dulcícolas evoluíram para um desenvolvimento mais prolongado e um maior cuidado parental da prole (MANSUR; HEBLIN, 2002; MCLAY; BECKER, 2015), sendo fundamental a expansão do pléon para o sucesso reprodutivo.

O pléon dos machos e juvenis apresentam-se triangulares com seu ápice constituído pelo télson que se estende pelos esternitos torácicos, cobrindo-os parcialmente. Aparentemente, a forma do pléon dos machos corresponde apenas à proteção dos gonopódios

inseridos no primeiro somito abdominal (HARTNOLL, 1974). Contudo, não foi possível determinar o sexo dos juvenis no primeiro estágio de caranguejo visualmente por meio da observação do pléon. Segundo Vieira *et al.* (2013), o sexo de *D. pagei* é identificado pelo pléon a partir do segundo estágio juvenil, onde foi sugerido por Santos e Vieira (2017) que o mesmo aconteça com outra espécie dulcícola *Dilocarcinus septemdentatus* (Herbst, 1783).

Os machos de *G. castelnaui* destacaram-se pela forma mais robusta dos quelípodos direito e pelo seu tamanho, corroborando com o que foi encontrado para a espécie *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785), a qual mostrou que os quelípodos dos machos chegaram a alcançar maiores comprimentos além de tamanhos de centroides maiores que os das fêmeas ao longo da trajetória ontogenética, assim como apresentaram o pólex e o própodo mais largo (MAROCHI *et al.*, 2016). Ainda segundo Marochi *et al.* (2016), as fêmeas de *H. pudibundus* não apresentaram apenas maiores dimensões na região posterior da carapaça, mas também demonstraram um maior aumento da parte posterior do pólex dos quelípodos, podendo estar associado ao cuidado parental. As fêmeas de *G. castelnaui* apresentaram alongamento na porção distal do pólex, o que pode facilitar no manuseio da prole.

Os juvenis de *G. castelnaui* diferenciaram dos quelípodos dos machos e das fêmeas ao longo da trajetória ontogenética, não tanto por seus componentes estruturais, mas sim pela forma mais alongada, enquanto nos indivíduos sexados, ao longo da trajetória, os quelípodos tenderam a ficarem mais robustos e mostrando-se iguais quanto à forma. Contudo, os machos de *G. castelnaui* investem mais no crescimento do quelípodo ao longo da ontogenia comparado às fêmeas que tem seu maior investimento no pléon, sendo o crescimento da carapaça similar, refletindo assim essa diferença intersexual como também observado por Gherardi e Micheli (1989) para o caranguejo de água doce *Potamon potamios palestinians* (Bott, 1967). Pode-se também relacionar o crescimento dos órgãos com a extensão nas quais irão interagir para o funcionamento ideal, além de minimizar o desperdício de recursos. Como por exemplo, a diminuição do crescimento do pléon da fêmea após a muda puberal, que também é limitada pelo tamanho do esterno (HARTNOLL, 1974). Diferentemente ocorre com os quelípodos dos machos que continuam a crescer (HARTNOLL, 1974), pois podem continuar sendo úteis para defesa, reprodução, busca por alimento e demarcação de território, conforme relatos para *Uca leptodactyla* (Rathbun, 1898) (MASUNARI; SWIECH-AYOUB, 2003).

Embora haja importantes trabalhos sobre o dimorfismo, já citados nos parágrafos anteriores, bem como trabalhos que comparam jovens e adultos (e.g. Silva; Almeida e Shinozaki-Mendes, 2018) a ausência de comparações ontogenéticas que incluem estágios de

primeiro caranguejo limitam a percepção das reais amplitudes de variações do crescimento, que notoriamente ocorrem também nas primeiras ecdises e não apenas na muda puberal, como já foi relatado para diversos Brachyuras (e.g. HARTNOLL (1978); TSUCHIDA; FUJIKURA (2000); MASUNARI; DISSENHA (2005); CORGOS *et al.* (2007)).

Por fim, destacamos que o presente trabalho apresenta um “n” amostral baixo devido à baixa abundância da espécie em diversos rios, acentuada pela degradação do ambiente natural (observação pessoal). Contudo, acredita-se que não houve prejuízo às análises, uma vez que as diferenças estatísticas foram notórias e com a presente publicação, tornou-se possível avançar nos conhecimentos acerca da biologia da espécie, cujos dados apresentados corroboram a teoria monofilética dos Brachyura elaborada por Scram em 1986.

## 5.7 - AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa de Educação Tutorial (PET), por acreditar e incentivar a pesquisa científica; ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) pelo fomento da bolsa (PET) ao primeiro autor; a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco – FACEPE (IBPG 1776-2.04/15) pela concessão da bolsa de Mestrado ao segundo autor; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Projeto Universal 471219/2013-4) pelo apoio financeiro para execução desse projeto e à Professora Girlene Fabia Segundo Viana, bem como, Herick Nunes e Lucas Nunes da Silva pela relevante contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

## 5.8 - REFERÊNCIAS

ADAM, C. L.; MAROCHI, M. Z.; MASUNARI, S. Ontogenetic shape changes and sexual dimorphism in *Aegla marginata* Bond-Buckup and Buckup, 1994. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p.1521–1532. 2018.

ADAMS, D. C.; ROHLF, F. J.; SLICE, D. E. Geometric morphometrics: ten years of progress following the ‘revolution’. **Italian Journal of Zoology**, v. 28, p. 5-16. 2004.

AIKEN, D. E.; WADDY, S. L. The growth process in crayfish. **Reviews in Aquatic Sciences**, v. 6, p. 335–381, 1992.

ALENCAR C. E. R. D.; LIMA-FILHO P. A.; MOLINA W. F. ; FREIRE F. A. M. Sexual shape dimorphism of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Ucididae) accessed through geometric morphometric. **Scientific World Journal**, p. 1–8, 2014.

BEL PHOTONICS, Eureka 3.0 Plus. 1 Câmera para microscópio de 3,0 megapixels, tipo cor CMOS ½ " , 1 adaptador de ocular, 1 lâmina micrométrica. 2014.

BOOKSTEIN, F. L. Standard formula for the uniform shape component in landmark data. *In*: Marcus, L. F.; Corti, M.; Loy, A.; Naylor, G. J. P. & Slice, D. E. eds. **Advances in morphometrics**. New York, Plenum Press, p. 153-168. 1996.

CANON INC., Canon PowerShot SX50 HS. 1 Câmera preta PowerShot de 12,1 megapixels, super zoom ostentando uma lente zoom 50x com distância focal de 24-1200mm. 2012.

CORGOS, A.; SAMPEDRO, M. P.; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E.; FREIRE, J. Growth at moult, intermoult period, and moulting seasonality of the spider crab *Maja brachydactyla*: combining information from mark-recapture and experimental studies. **Journal of Crustacean Biology**, v. 27, n. 2, p. 255–262, 2007.

DELI, T.; BAHLES, H.; SAID, K.; CHATTI, N. Patterns of genetic and morphometric diversity in the marbled crab (*Pachygrapsus marmoratus*, Brachyura, Grapsidae) populations across the Tunisian coast. **Acta Oceanologica Sinica**, v. 34, n. 6, p. 49-58. 2015.

FORNEL, R.; CORDEIRO-ESTRELA, P. **Morfometria Geométrica e a Quantificação da Forma dos Organismos**. In: Jorge R. Marinho; Luiz U. Hepp; Rodrigo Fornel. (Org.). Temas em Biologia: Edição comemorativa aos 20 anos do Curso de Ciências Biológicas e aos 5 anos do PPG-Ecologia da URI Campus de Erechim. 1ed.Erechim: EDIFAPES, p. 101-120. 2012.

GHERARDI, F.; MICHELI, F. Relative growth and population structure of the freshwater crab, *Potamon potamios palestinians*, in the dead sea area (Israel). **Israel Journal of Zoology**, Jerusalem, v. 36, p. 133-145. 1985.

HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T.; RAYAN, P. D. **PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis**. Paleontologia Electronica. v. 4, n. 1: 9pp. 2001.

HARTNOLL, R. G. Variation in Growth Pattern between Some Secondary Sexual Characters in Crabs (Decapoda Brachyura). **Crustaceana**, v. 27, p. 131-136, 1974.

HARTNOLL, R.G. The determination of relative growth in Crustacea. **Crustaceana**, Leiden, v. 34, n. 3, p. 281-289. 1978.

KLINGENBERG, C. P. Evolution and development of shape: integrating quantitative approaches. **Nature Reviews Genetics**, v. 11, p. 623 – 635, 2010.

KLINGENBERG C. P. Multivariate Allometry. *In*: MARCUS L.F., CORTI M., LOY A., NAYLOR G.J.P. & SLICE D.E. (eds) **Advances in morphometrics**. New York, NY: Springer Press, p. 23–49. 1996.

KLINGENBERG, C. P. **Software Morpho J**. Faculty of Life Sciences, University of Manchester, UK, 2008.

LIMA, G. V.; OSHIRO, M. Y. Crescimento somático do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) em laboratório. **Iheringia Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 96, p. 467-472, 2006.

MAGALHÃES, C. **Brachyura: Pseudothelphusidae e Trichodactylidae. In: Manual de Identificação dos Crustáceos Decápodos de Água Doce Brasileiros** (G.A.S. Melo ed.), p.143-297. Edições Loyola, São Paulo, Brasil, 2003.

MANSUR, C. B.; HEBLING, N. J. Análise comparativa entre a fecundidade de *Dilocarcinus pagei* Stimpson e *Sylviocarcinus australis* Magalhães & Turkey (Crustacea, Decapoda, Trichodactylidae) no Pantanal do Rio Paraguai, Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 3, p. 797 - 805, 2002.

MAROCCHI, M. Z.; COSTA, M.; LEITE, R. D.; CRUZ, I. D. C; MASUNARI, S. To grow or to reproduce? Sexual dimorphism and ontogenetic allometry in two Sesarmidae species (Crustacea: Brachyura). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 1, p. 1-14, 2018.

MAROCCHI, M. Z., TREVISAN, A., GOMES, F. B.; MASUNARI, S. Dimorfismo sexual em *Hepatus pudibundus* (Crustacea, Decapoda, Brachyura). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 106, 2016.

MASUNARI, S.; N. DISSENHA. Alometria no crescimento de *Uca mordax* (Smith, 1870) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 984-990. 2005.

MASUNARI, S.; SWIECH-AYOUB, B. P. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 20, p. 487-491. 2003.

MCLAY, C. L.; BECKER, C. **Reproduction in Brachyura. In: Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology. Decapoda: Brachyura, Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology** (CASTRO, P.; DAVIE, P.J.F.; GUINOT, D.; SCHRAM, F.R.; VON VAUPEL KLEIN, J.C. eds.), v. 9C-1, p. 185–243. Brill, Leiden & Boston, 2015.

PINHEIRO, M. A. A.; TADDEI, F. G. Crescimento do caranguejo de água doce, *Dilocarcinus pagei* Stimpson (Crustacea, Brachyura, Trychodactylidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 522-528, 2005.

PRAMITHASARI, F. A.; BUTET, N. A.; WARDIATNO, Y. Variation in Morphometric Characters in Four Sand Crab (*Albunea symmysta*) Populations Collected from Sumatra and Java Island, Indonesia. **Tropical Life Sciences Research**, v. 28, n. 1, p. 103–115, 2017.

ROHLF, F. J. **Program tpsDig, digitize landmarks and outlines, version 2.10**. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook. 2006.

ROHLF, F. J.; MARCUS, L. F. A revolution in morphometrics. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 8, p. 129-132. 1993.

RUFINO, M.; ABELLÓ, P.; YULE, A. B. Male and female carapace shape differences in *Liocarcinus depurator* (Decapoda, Brachyura): an application of geometric morphometric analysis to crustaceans. **Italian Journal of Zoology**, v. 71, p. 79-83, 2004.

SANTOS, C. R. M.; VIEIRA, R. R. R. Description of the first juvenile stage of *Dilocarcinus septemdentatus* (Herbst, 1783) (Crustacea, Decapoda, Trichodactylidae). **Nauplius**, Cruz das Almas, v. 25, 2017.

SCALICI, M.; GORETTI, E.; DÖRR, A. J. M.; D'ALLESTRO, V. Morphometric homogeneity and allometric growth of *Potamon eluviatile* in Italy. **Crustaceana**, v. 86, n. 10, p. 1291-1296, 2013.

SCRHAM, F. R. **Crustacea**. Oxford University press. New York. 620 p.1986.

SCHRAM F.R.; CASTRO, P. **Introduction to Brachyura. In: Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology. Decapoda: Brachyura, Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology** (CASTRO, P.; DAVIE, P.J.F.; GUINOT, D.; SCHRAM, F.R.; VON VAUPEL KLEIN, J.C. eds.), v. 9C-1, p. 3-10. Brill, Leiden & Boston. 2015.

SHINOZAKI-MENDES, R. A.; LESSA, R. Ontogenetic trajectories in *Callinectes danae* (Crustacea: Brachyura): sex and age polymorphism. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 99, n. 1, p. 111-118. 2017.

SHINOZAKI-MENDES, R. A.; LESSA, R. Morphology and development of the male reproductive tract in *Callinectes danae* (Crustacea: Brachyura). **Acta Zoologica**, v. 99, n. 3, p. 231-243. 2018.

SILVA, L. N.; ALMEIDA, P. R. S.; SHINOZAKI-MENDES, R. A. Dimorfismo sexual e alometria ontogenética em *Goyazana castelnaui* (CRUSTACEA: BRACHYURA). **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 108, 2018.

VIEIRA, R.R.R.; RIEGER, P.J.; CICHOWSKI, V.; PINHEIRO, M.A.A. Juvenile development of *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (Brachyura, Trichodactylidae) reared in the laboratory, with emphasis on setae morphology. **Crustaceana**, v. 86, p. 1644–1663, 2013.

VISCOSI, V.; CARDINI, A. Leaf morphology, taxonomy and geometric morphometrics: a simplified protocol for beginners. **Plos One**, v. 6, p. 1-20, 2011.

TREVISAN, A.; MASUNARI, S. Geographical distribution of *Aegla schmitti* Hobbs III, 1979 (Decapoda Anomura Aeglididae) and morphometric variations in male populations from Paraná State, Brazil. **Nauplius**, v. 18, p. 45-55, 2010.

TSUCHIDA, S.; K. FUJIKURA. Heterochely, relative growth and gonopod morphology in the bythograeid crab, *Austinograea williamsi* (Decapoda, Brachyura). **Journal of Crustacean Biology**, Lawrence, v. 20, n. 2, p. 407-414, 2000.

WILCOX, C. D.; DOVE, S. B.; MCDAVID, W. D.; GREER, D. B. **UTHSCSA ImageTool 3.0**. Texas, United States, University of Texas, Health Science Center, San Antonio. 1996.

## **6- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista que mesmo sendo uma espécie considerada menos preocupante na lista vermelha, a população no local de estudo sofre bastante impacto antrópico (observações pessoais), como a criação de animais as margens do rio, dejetos de esgoto doméstico e lixo sendo descartado no seu ambiente natural e desmatamento da mata ripária vindo assim a prejudicar a permanência desta população.

As análises realizadas com a morfometria geométrica se mostraram muito eficazes na identificação dos marcos e representação da forma como um todo, trazendo respostas completas. Por mais que o presente trabalho tenha sido de difícil execução devido ao pequeno tamanho dos caranguejos juvenis, foi de suma importância para que pudesse ser explicado que mesmo no primeiro estágio de caranguejo há um provável dimorfismo sexual relacionado à carapaça.

Conhecer a biologia de uma espécie e entender seu funcionamento desde os seus primeiros estágios de vida e seguir por toda sua trajetória ontogenética tornou possível obter um panorama completo e um melhor conhecimento sobre a espécie, sendo necessária a continuação das pesquisas e de medidas de manejo adequadas que possam garantir a conservação da espécie em seu habitat natural.