

ANASTÁCIA NOVAES DE CARVALHO MENEZES

**COMPORTAMENTO E MORFOMETRIA DO CARANGUEJO
GOYAZANA CASTELNAUI H. MILNE-EDWARDS, 1853 (BRACHYURA,
TRICHODACTYLIDAE) NO SERTÃO DE PERNAMBUCO, BRASIL**

SERRA TALHADA,

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

COMPORTAMENTO E MORFOMETRIA DO CARANGUEJO
***GOYAZANA CASTELNAUI* H. MILNE-EDWARDS, 1853 (BRACHYURA,**
TRICHODACTYLIDAE) NO SERTÃO DE PERNAMBUCO, BRASIL

Anastácia Novaes de Carvalho Menezes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Linha de pesquisa: Ecologia, conservação e uso da biodiversidade de ambientes aquáticos.

Prof.^a Dr.^a Renata Akemi Shinozaki Mendes
Orientadora

SERRA TALHADA,

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

M543c Menezes, Anastácia Novaes de Carvalho
Comportamento e morfometria do caranguejo *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853, (Brachyura, Trichodactylidae) no Sertão de Pernambuco, Brasil / Anastácia Novaes de Carvalho Menezes. – Serra Talhada, 2018.
77 f. : il.

Orientadora: Renata Akemi Shinozaki Mendes
Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2018.
Inclui referências, anexos e apêndices.

1. Caranguejo de água doce. 2. Morfometria geométrica. 3. Repertório comportamental. 4. Rio Pajeú . 5. Semiárido de Pernambuco. I. Mendes, Renata Akemi Shinozaki, orient. II. . Título.

CDD 574

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

COMPORTAMENTO E MORFOMETRIA DO CARANGUEJO
***GOYAZANA CASTELNAUI* H. MILNE-EDWARDS, 1853 (BRACHYURA,**
TRICHODACTYLIDAE) NO SERTÃO DE PERNAMBUCO, BRASIL

Prof.^a Dr.^a Renata Akemi Shinozaki Mendes

Dissertação julgada adequada para
obtenção do título de mestre em
Biodiversidade e Conservação.
Defendida e aprovada em 20/02/2018
pela seguinte Banca Examinadora.

Prof.^a Dr.^a Renata Akemi Shinozaki Mendes - Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva – Membro Interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Prof. Dr. Diogo Martins Nunes – Membro Externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Prof.^a Dr.^a Girlene Fábila Segundo Viana – Membro Externo (suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Prof. Dr. Dráusio Pinheiro Vêras – Membro Externo (suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Dedicatória

Dedico este trabalho com amor e carinho aos meus familiares, amigos e em especial aos meus pais **Serrate** e **Afonso**, a minha irmã **Ana Flávia**, meu companheiro **Cleyton Fábio** e minha orientadora **Renata Akemi**.
Gratidão por todo apoio!

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST) pelo apoio institucional;

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC) da UFRPE/UAST e corpo docente por todo conhecimento adquirido e pela oportunidade de desenvolver pesquisas científicas no Semiárido pernambucano;

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de mestrado;

A todos os docentes e discentes que fazem parte do Laboratório de Biologia Pesqueira (LAPEq) da UFRPE/UAST que com muita dedicação desenvolvem ciência superando todas as adversidades;

À minha querida orientadora Renata Akemi por toda paciência, compreensão, confiança, apoio, otimismo e os valiosos ensinamentos repassados;

Aos parceiros de campo e laboratório Diógenes Almeida e Janaína Novaes que foram essenciais no processamento do material e no cultivo, bem como Luciana Matos que me incentivou nos estudos da carcinologia e também contribuiu para o desenvolvimento desse trabalho;

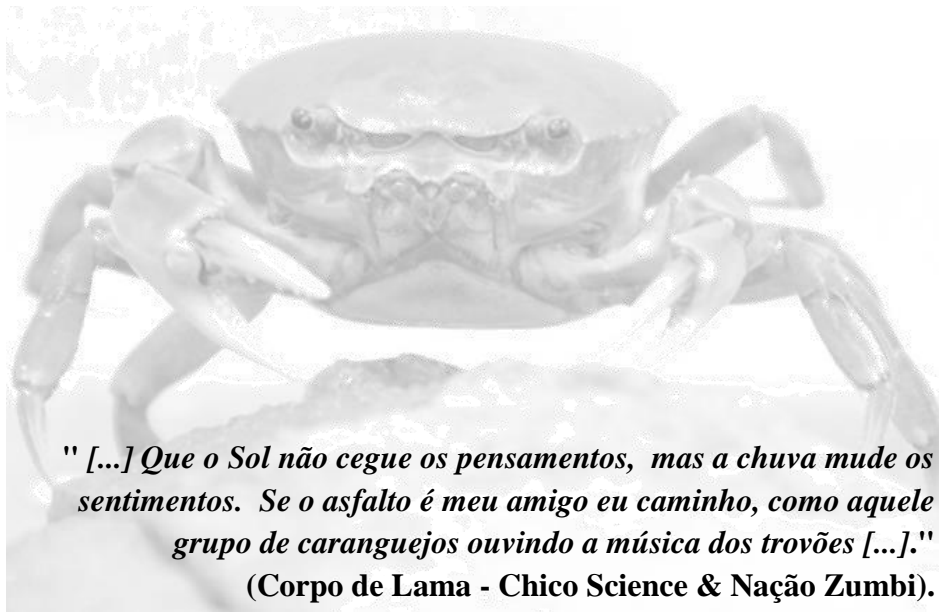
À Emerson Ventura e Allysson Winick pela ajuda no laboratório e a Lucas Nunes pelas indicações das literaturas científicas;

À Fábiana Viana pela importante contribuição na avaliação parcial desse trabalho durante a disciplina de Seminários B;

À Ana Flávia e Cleyton Fábio pelo apoio e auxílio durante toda pesquisa;

A todas as pessoas que colaboraram nas coletas: Silvana, Irá, Bartolomeu, Caique, Romero, Tiago e moradores da Fazenda Paus Pretos;

E aos avaliadores Francisco Marcante e Diogo Martins pela disponibilidade e contribuições que enriqueceram este trabalho.



" [...] Que o Sol não cegue os pensamentos, mas a chuva mude os sentimentos. Se o asfalto é meu amigo eu caminho, como aquele grupo de caranguejos ouvindo a música dos trovões [...]."
(Corpo de Lama - Chico Science & Nação Zumbi).

Resumo

O presente estudo teve por objetivo investigar os aspectos comportamentais e morfométricos de *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853, com a finalidade de elaborar um repertório comportamental da espécie, descrevendo as atividades dos caranguejos em ambiente natural e em laboratório, bem como caracterizar a morfometria dos juvenis nos primeiros estágios de caranguejo, por meio de técnicas de morfometria geométrica. Os espécimes foram observados no Rio Pajeú, no Município de Floresta, semiárido pernambucano, nos períodos entre junho de 2010 a maio de 2011 e março de 2015 a setembro de 2016 e cultivados 28 indivíduos (12♂ e 16♀) para o estudo comportamental na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, entre março de 2015 e fevereiro de 2017. Os espécimes observados apresentam indícios de hábito notívago, comportamento críptico e desenvolvimento embrionário direto. Os pereiópodos quelados foram essenciais para a realização de diversas atividades como: defesa, construção de tocas, acasalamento e alimentação. Entretanto, na ausência de um ou mais quelípodos, os pereiópodos locomotores e maxilípedes compensavam a ausência do apêndice principalmente na captura do alimento. Os apêndices perdidos eram regenerados em mudas subsequentes, embora as fêmeas adultas demonstraram menor potencialidade de regeneração. O pléon foi extremamente importante para o comportamento reprodutivo da espécie, pois nas fêmeas serviam de câmara incubatória e sinalizador de receptividade durante o cortejo. Para os machos foi utilizado para facilitar e manter o pléon da parceira aberto durante a cópula. A morfometria geométrica dos juvenis apresentou pouca variação na forma, em que a vista dorsal variou principalmente na região posterior e a anterolateral enquanto que a porção dorsal apresentou variações tanto nos esternitos torácicos quanto no pléon, não sendo possível a diferenciação entre machos e fêmeas.

Palavras-chave: Caranguejo de água doce, morfometria geométrica, repertório comportamental, Rio Pajeú, Semiárido de Pernambuco.

Abstract

We aimed to investigate the behavioral and morphometric aspects of *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853, proposing to elaborate a behavioral repertoire of the species, describing the activities of the crabs in the natural environment and in the laboratory, as well as characterize the morphometry of juveniles in the first stages of crab using geometric morphometric. The specimens were observed in the Pajeú River, in the Municipality of Floresta, semiarid of Pernambuco, from June 2010 to May 2011 and from March 2015 to September 2016. 28 individuals (12♂ and 16♀) were cultured for the behavioral study in Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, between March 2015 and February 2017. The specimens showed signs of nocturnal habit, cryptic behavior and direct embryonic development. The chelipeds were essential for diverse activities such as defense, construction of burrows, mating and feeding. However, in the absence of one or more chelipeds the locomotor pereopods and maxilliped compensated the absence mainly in the capture of the food. The lost appendages were regenerated in subsequent moult, although adult females showed less potential for regeneration. The pleon was extremely important for the reproductive behavior since in the females they are used as incubation chamber and receptivity sign during court. For males it was used to facilitate and maintain the pleon of the partner opened during copulation. The geometric morphometry of the juveniles presented little variation in the form, in which the dorsal view varied mainly in the posterior and anterolateral regions whereas the dorsal portion presented variations in both the thoracic sternites and the pléon, being not possible the differentiation between males and females.

Keywords: Freshwater crab, geometric morphometric, behavioral repertoire, Pajeú River, Semiarid of Pernambuco.

Lista de figuras

Página

Referencial teórico

Figura 1. Caranguejo fêmea da espécie *Goyazana castelnaui* em laboratório.....18

Artigo I - Estudo comportamental de *Goyazana castelnaui* (Brachyura, Trichodactylidae) em ambiente natural e cativeiro.

Figura 1- Localização Geográfica das áreas de observação em ambiente natural e coleta de *Goyazana castelnaui*, no Rio Pajeú, Município de Floresta, Semiárido de Pernambuco, Brasil.....32

Figura 2-5. Registros do comportamento reprodutivo de *Goyazana castelnaui* em cativeiro. 2, Reconhecimento e receptividade entre um macho (à esquerda) e uma fêmea durante o cortejo; 3, Fêmea demonstrando receptividade por meio da movimentação do pléon; 4, Caranguejo macho inserido na cavidade incubatória da fêmea; 5, Formação de uma cavidade abdominal similar à câmara incubatória de fêmeas em cuidado parental.....38

Artigo II – Morfometria geométrica de juvenis de *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 (Brachyura, Trichodactylidae) coletados no Rio Pajeú, Pernambuco, Brasil.

Figura 1- Localização dos marcos e semimarcos digitalizados na vista dorsal e ventral dos juvenis de *Goyazana castelnaui*.....55

Figura 2- Flexão de placas finas da vista dorsal associadas às variações das análises dos primeiros (PCA1) e segundos (PCA2) componentes principais de *Goyazana castelnaui*. Os marcos em preto correspondem aos valores médios e em cinza as deformidades, enquanto os escores (círculos) cinzas são determinados para o morfotipo I (MI) e o preto para o morfotipo II (MII).....56

Figura 3- Flexão de placas finas da vista ventral associadas às variações das análises dos primeiros (PCA1) e segundos (PCA2) componentes principais de *Goyazana castelnaui*. Os marcos em preto correspondem aos valores médios e em cinza as deformidades, enquanto os escores (círculos) cinzas são determinados para o morfotipo I (MI) e o preto para o morfotipo II (MII).....57

Lista de tabelas

	Página
Artigo I - Estudo comportamental de <i>Goyazana castelnaui</i> (Brachyura, Trichodactylidae) em ambiente natural e cativo.	
Tabela I - Repertório comportamental de <i>Goyazana castelnaui</i> de acordo com as informações obtidas durante as observações em ambiente natural e em laboratório. As abreviações P1, P2, P3, P4 e P5 referem-se aos pereiópodos, ordenados a partir do primeiro par com quelas.....	35
Tabela II - Repertório comportamental das atividades reprodutivas de <i>Goyazana castelnaui</i> de acordo com as informações obtidas durante as observações em laboratório.....	37

Sumário

	Página
Dedicatória	03
Agradecimento	04
Resumo	06
Abstract	07
Lista de Figuras	08
Lista de Tabelas	09
1- Introdução.....	11
2- Referencial teórico.....	13
3- Referências bibliográficas.....	21
4- Artigos científicos.....	27
4.1- Estudo comportamental de <i>Goyazana castelnaui</i> (<i>Brachyura</i>, <i>Trichodactylidae</i>) em ambiente natural e cativeiro.....	27
4.2- Morfometria geométrica de juvenis de <i>Goyazana castelnaui</i> H. Milne- <i>Edwards</i>, 1853 (<i>Brachyura</i>, <i>Trichodactylidae</i>) coletados no Rio Pajeú, <i>Pernambuco, Brasil</i>.....	51
5. Conclusões.....	62
Apêndices	63
Anexos	66

1- Introdução

Os caranguejos de água doce são animais essenciais na biota das águas continentais das regiões Tropicais e Subtropicais, pois contribuem para a ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia nos sistemas aquáticos, alimentando-se de diversos grupos de plantas, algas, invertebrados e vertebrados, além de serem presas de peixes, mamíferos, aves e répteis. Esses braquiúros também são importantes nos aspectos socioeconômicos, sendo utilizados como iscas para a pesca esportiva, bem como fonte de proteína na alimentação principalmente de comunidades ribeirinhas.

No Brasil, a espécie endêmica *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853, é um dos representantes dos braquiúros límnicos encontrados no país, a qual possui uma ampla distribuição no território nacional. Assim como outras espécies da Família Trichodactylidae H. Milne-Edwards, 1853, *G. castelnaui* apresenta escassa literatura científica, limitando-se a trabalhos de distribuição geográfica e taxonomia. Atualmente, *G. castelnaui* é a única espécie de tricodactilídeo descrita para o Sertão Pernambucano e para os rios de regime intermitente do Semiárido Nordeste, sendo assim, notória a sua importância para o Domínio Caatinga, principalmente pela degradação dos corpos hídricos ocasionada pelas ações antrópicas e longos períodos de estiagem na região.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo conhecer os padrões comportamentais e morfométricos de *G. castelnaui*, por meio de observações em ambiente natural e em laboratório. As coletas e as observações de campo foram realizadas no Rio Pajeú, no Município de Floresta, Estado de Pernambuco, e o cultivo experimental e as análises morfométricas de *G. castelnaui* foram realizados no Laboratório de Biologia Pesqueira da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Essa pesquisa permitiu testar as seguintes hipóteses:

- A espécie *G. castelnaui* apresenta estratégias comportamentais similares a outros braquiúros de água doce;
- As observações em cativeiro permitem registrar comportamentos difíceis de ser observados em ambiente natural;
- Existem comportamentos específicos para os caranguejos machos e fêmeas;
- O cultivo em laboratório possibilita elaborar um rico repertório comportamental de *G. castelnaui*;

- As técnicas de morfometria geométrica podem auxiliar na determinação do sexo dos juvenis de *G. castelnaui* no primeiro estágio de desenvolvimento do caranguejo.

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram a elaboração de dois artigos científicos, intitulados como:

Artigo I - Estudo comportamental de *Goyazana castelnaui* (Brachyura, Trichodactylidae) em ambiente natural e cativeiro;

Artigo II - Morfometria de juvenis de *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 (Brachyura, Trichodactylidae) coletados no Rio Pajeú, Pernambuco, Brasil.

As informações descritas nesses artigos ajudaram a enriquecer a literatura carcinológica dos crustáceos de ecossistemas lacustres, servindo também como referência teórica para a realização de estudos com outras espécies de caranguejos de água doce, traçando um perfil mais detalhado para esses braquiúros. Os dados obtidos neste estudo podem ainda contribuir para elaboração de futuros planos de manejo e conservação da espécie.

2. Referencial teórico

A filogenia dos crustáceos continua sendo uma incógnita, mas estudos paleontológicos afirmam que esse grupo se originou no período Cambriano (CHEN et al., 2001; VANNIER, et al., 2007) e seu sucesso evolutivo está associado à grande diversidade morfológica que permitiu desenvolver diferentes funções corporais e possibilitou a exploração e colonização de diversos ambientes (MARTIN e DAVIS, 2001; BRUSCA e BRUSCA, 2007). Estima-se para esse grupo a descrição de aproximadamente 67 mil espécies (BRUSCA e BRUSCA, 2007) que habitam desde poças temporárias a profundezas oceânicas, sendo estes microcrustáceos constituintes do zooplâncton como os Copepoda e Cladocera ou de grandes dimensões como a *Pseudocarcinus gigas* Lamarck, 1818 e *Macrocheira kaempferi* Temminck, 1836, além das espécies que também habitam ambientes terrestres a exemplo da Subordem Oniscidea (MARTIN e DAVIS, 2001; BRUSCA e BRUSCA, 2007; BOOS et al., 2016).

Diferente da maioria dos animais (mas comum entre os artrópodes) os crustáceos apresentam um crescimento descontínuo por meio de um processo denominado de ecdise (ou muda), que corresponde ao vazamento e descarte do exoesqueleto calcificado para expandir os tecidos mole aumentando assim a superfície corporal até que se torne rígido (HARTNOLL, 1982; AIKEN e WADDY, 1992). A muda é um processo cíclico, com o crescimento ocorrendo de maneira indeterminada, mas com diminuição da frequência ao longo da maturidade, ou determinada, caracterizada pelo estágio de anecdisc terminal (muda puberal) e indicação do início da maturidade sexual (HARTNOLL, 2015).

Os crustáceos normalmente apresentam corpo segmentado em cabeça, tórax e abdome (THIEL e DUFFY, 2007), além de um escudo cefálico, que resulta da fusão dos tergitos dorsais com uma placa sólida de cutícula, ou uma carapaça, que compreende o escudo cefálico e a dobra do exoesqueleto, podendo em alguns grupos se fundir com os segmentos torácicos formando o cefalotórax (BRUSCA e BRUSCA, 2007).

Os apêndices cefálicos podem ser constituídos por um par de olhos normalmente compostos sendo estes sésseis ou pedunculados; antênulas e antenas (primeiro e segundo par de antenas respectivamente) as quais possuem funções sensoriais, além de poderem ser usadas nas interações entre os crustáceos e auxiliar na natação, escavação, alimentação, defesa e reprodução; e mandíbulas utilizadas para trituração e dois pares

de maxilas que auxiliam na transferência do alimento até a boca (THIEL e DUFFY, 2007; BRUSCA e BRUSCA, 2007).

Os apêndices torácicos apresentam pares de pereiópodos diversificados entre as espécies, exercendo principalmente funções de locomoção e captura do alimento, atuando também na defesa, reprodução e até mesmo na troca gasosa. Os toracômeros são seguimentos torácicos anteriores que estão presentes em alguns grupos de crustáceos e encontram-se fundidos a cabeça, com seus apêndices modificados em peças bucais adicionais denominadas de maxilípedes, os quais são utilizados para auxiliar na alimentação e nas interações intraespecíficas dessas espécies (THIEL e DUFFY, 2007; BRUSCA e BRUSCA, 2007).

Nos malacostracas, o abdome é referido como pléon e é composto por segmentos (pleonitos ou pleômeros) seguidos de um somito anal ou télson. Nas espécies de lagostas, lagostins e camarões o pléon apresenta-se longo e musculoso, enquanto nos caranguejos é reduzido e flexionado sob o cefalotórax. Os pleópodos também fazem parte dos apêndices abdominais dos malacostracas sendo quase sempre birremes e frequentemente laminados, podendo ser utilizados na locomoção ou modificados para reprodução. Em alguns decápodes o último par de apêndices abdominais é chamado de urópodos e junto com o télson formam um leque caudal (THIEL e DUFFY, 2007; BRUSCA e BRUSCA, 2007).

Ordem Decapoda Latreille, 1802 é um dos táxons mais estudados dentro do Subfilo Crustacea principalmente por sua importância econômica e a sua alta diversidade, o que possibilitou descrever aproximadamente 14 mil espécies em 2.725 gêneros, com diferentes estratégias alimentares como herbivoria, saprofia, suspensivoria e predação, sendo geralmente pelágicos, mas com alguns grupos bentônicos, cavadores sedentários ou errantes, distribuídos nos ambientes marinhos, estuarinos, dulcícolas e terrestres (MARTIN e DAVIS, 2001; BRUSCA e BRUSCA, 2007; DE GRAVE et al., 2009).

Os decápodes em sua grande maioria habitam ecossistemas marinhos, mas a colonização dos ambientes límnicos e terrestres por espécies de caranguejos, camarões, anomuros e lagostins a partir do Triássico foi primordial para evolução do grupo e sua diversidade. Contudo, essa transição exigiu adaptações fisiológicas, morfológicas e reprodutivas para que esses organismos pudessem explorar novos habitats e nichos ecológicos (VOGT, 2013). Algumas das adaptações estão associadas ao encurtamento do desenvolvimento larval e o prolongamento do cuidado parental; diminuição do

número de ovos e lecitotrofia; hiperosmorregulação para as espécies de águas continentais e hipoosmorregulação para os terrestres (VOGT, 2013; ANGER, 1995, 2016).

A Infraordem Brachyura Latreille, 1802 é representada por espécies de caranguejos e siris com cerca de 7.200 espécies descritas (não incluindo fósseis), distribuídas em aproximadamente 1.400 gêneros, 100 famílias e 38 superfamílias, correspondendo praticamente à metade das espécies de decápodes conhecidas (DAVID et al., 2015; SCHRAM e CASTRO, 2015).

Ao longo de sua evolução esses organismos sofreram diversas adaptações que possibilitaram alta especialização morfológica e tagmatização, por meio do processo denominado de “carcinização” (BORRADAILE, 1916; NG et al. 2008; DAVID et al., 2015) ou como proposto por Števcíć (1971) “braquiurização”, termo sugerido para especificar e restringir as alterações corporais desse grupo. Entre as várias modificações morfológicas destaca-se nesse processo a reorganização e compactação do cefalotórax a partir da fusão da cabeça com alguns somitos torácicos; redução do pléon (abdome) e sua flexão sob o cefalotórax; perda ou modificação do urópodo birreme; alterações branquiais permitindo a vida fora do ambiente aquático e o desenvolvimento de um par de pereiópodos quelados bem desenvolvidos para manipulação e os demais posicionados lateralmente, aperfeiçoados para locomoção (BORRADAILE, 1916; ŠTEVČIĆ, 1971; GUINOT e BOUCHARD, 1998; NG et al. 2008; DAVID et al., 2015). Essas alterações morfológicas permitiram a esse grupo desenvolver diferentes estratégias comportamentais e reprodutivas (POWERS e BLISS, 1983; SASTRY, 1983; MCLAY e BECKER, 2015) as quais possibilitaram explorar outros nichos além dos ecossistemas marinhos e estuarinos (ŠTEVČIĆ, 1971; DAVID et al., 2015).

São descritas aproximadamente 1.400 espécies de braquiúros exclusivamente de água doce, as quais estão inseridas nas famílias Potamidae Ortmann, 1896, Potamonautidae Bott, 1970, Gecarcinucidae Rathbun, 1904, Pseudothelphusidae Ortmann, 1893 e Trichodactylidae H. Milne Edwards, 1853 (CUMBERLIDGE, 2016; MAGALHÃES et al., 2016), onde habitam ecossistemas lóticos e lênticos das regiões Tropicais e Subtropicais da América do Sul e Central, África, Ásia, Austrália, Índia, Madagascar e o Sul da Europa (ÁLVAREZ e VILLALOBOS, 1997; MAGALHÃES, 1999). Embora apresentem distribuição irregular as famílias Pseudothelphusidae e Trichodactylidae são encontradas em várias regiões da América do Sul, incluindo o Brasil, com cerca de 209 espécies distribuídas em 34 gêneros, com a maioria dos relatos

para a Colômbia, Brasil e Venezuela (MELO, 2003; CUMBERLIDGE, 2016; MAGALHÃES et al., 2016).

Os caranguejos de água doce normalmente apresentam hábitos crípticos e noturnos, onde realizam o forrageamento neste período e durante o dia abrigam-se entre a vegetação aquática, tocas, sob rochas, troncos e serrapilheiras submersas (MAGALHÃES, 1999; YEO et al., 2008; GOMIDES et al., 2009). Esses caranguejos são importantes na biota das águas continentais, tanto pelo aspecto socioeconômico quanto pelo ecológico, pois são presas de mamíferos, peixes, répteis e aves, além de serem predadores de invertebrados e vertebrados, necrófagos e herbívoros, contribuindo na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia nos sistemas aquáticos (MAGALHÃES, 2003; COSTA NETO, 2007; YEO et al., 2008).

A Família Trichodactylidae possui aproximadamente 50 espécies descritas (MAGALHÃES, 2003) inseridas nas subfamílias Dilocarcininae Pretzmann, 1978 com 12 gêneros e Trichodactylinae H. Milne Edwards, 1853 com 3 gêneros (DE GRAVE et al., 2009). Os tricodactilídeos estão distribuídos desde o Sul do México até a Argentina, habitando principalmente rios de planícies de drenagem Atlântica com altitudes inferiores a 300 metros, no entanto, há registros de espécies entre 600 a 1.000 metros na Cordilheira Oriental da Colômbia (MAGALHÃES, 2003; MAGALHÃES et al., 2016) e 770 m para *Trichodactylus fluviatilis* Latreille, 1828 no Estado de Minas Gerais (GOMIDES et al., 2009). São descritas aproximadamente 30 espécies de tricodactilídeos para o Brasil, distribuídas em quase todo território nacional, com concentração de 60% das espécies conhecidas na bacia amazônica (MAGALHÃES, 2003, 2016a).

A distribuição e número da fauna de caranguejos dulcícolas na América do Sul devem ser maiores e certamente aumentarão ao longo de estudos futuros (MAGALHÃES et al., 2016). Alguns fatores podem restringir o estudo das espécies que vão desde os hábitos noturnos e o porte pequeno dos caranguejos, até mesmo pelo tamanho territorial, carência de projetos voltados para invertebrados aquáticos e o pouco número de especialistas (MAGALHÃES, 2003). A maioria dos trabalhos publicados sobre os caranguejos de água doce resume a estudos taxonômicos e faunísticos, poucas espécies são estudadas mais a fundo como a exemplo de *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 e *Trichodactylus fluviatilis*, Latreille, 1828 (MAGALHÃES, 2016a).

A espécie *D. pagei* é considerada uma espécie exótica no Estado de São Paulo, sendo bastante utilizada como isca viva na prática da pesca esportiva (PINHEIRO e

TADDEI, 2005). Na região do pantanal matogrossense *D. pagei* e *Sylviocarcinus australis* Magalhães e Turkay, 1996 também são utilizados como isca para pescarias, onde a sua captura e comercialização fazem parte da fonte de renda de diversas pessoas (MANSUR e HEBLING, 2002). Estudos etnocarcinológicos realizados por Costa Neto (2007) no povoado de Pedra Branca, Estado da Bahia, registrou *T. fluviatilis* como um recurso alimentar de subsistência e alternativo, na complementação da dieta alimentar humana, além de serem úteis na medicina popular, recomendados para o tratamento de asma. Chagas (2008) apontou em seu estudo o potencial bioindicador de *T. fluviatilis* para metais, onde evidenciou a ocorrência de um processo de bioacumulação de Al, Cu, Fe e Mn.

A reprodução de *D. pagei* e *S. australis* no Pantanal do Rio Paraguai, Mato Grosso do Sul ocorre nos meses de novembro a março, período de maior pluviosidade, onde foram registradas fêmeas ovígeras e com jovens na câmara incubatória (MANSUR e HEBLING, 2002). Davanso et al. (2013) também observou no noroeste do Estado de São Paulo o recrutamento intenso de juvenis de *D. pagei* durante os meses chuvosos, o que pode indicar sazonalidade na propagação da prole. O favorecimento das atividades reprodutivas no período de chuva pode está relacionado com o aumento das áreas alagadas (COSTA NETO, 2007), o que facilita a dispersão dos juvenis e proporciona maior disponibilidade de alimentos e abrigo para os indivíduos recém-eclodidos com a finalidade de protegê-los contra predadores (MANSUR e HEBLING, 2002; DAVANSO et al., 2013).

Diferentemente dos braquiúros de ambientes marinhos, os caranguejos de água doce apresentam ciclo de vida peculiar com fêmeas produzindo uma pequena quantidade de ovos com grandes dimensões e ricos em vitelo, que são incubados por um período mais longos, onde apresentam desenvolvimento pós-embriônico direto (epimórfico) com a passagem da fase larval dentro do ovo e eclosão de indivíduos na forma de juvenil com características da fase de primeiro caranguejo (ANGER, 1995; LIU e LI, 2000; NG et al. 2008; YEO et al., 2008; MCLAY e BECKER, 2015).

No Brasil, o gênero *Goyazana* é composto pelas espécies *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 e *Goyazana rotundicauda* Magalhães e Turkay, 1996, que se diferenciam pela forma abdominal, dos somitos e gonópodos, sendo esta primeira endêmica descrita apenas para o território nacional (MAGALHÃES, 2003). O caranguejo *G. castelnaui* está incluído entre as espécies de ambientes límnicos com escassa literatura, existindo apenas trabalhos publicados sobre sua distribuição

geográfica e taxonomia (MELO, 2003). Classificação taxonômica de *G. castelnaui*, segundo De Grave et al. (2009):

Ordem: Decapoda Latreille, 1802;

Subordem: Pleocyemata Burkenroad, 1963;

Infraordem: Brachyura Linnaeus, 1758;

Seção: Eubrachyura De Saint Laurent, 1980;

Subseção: Heterotremata Guinot, 1977;

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. Caranguejo fêmea da espécie *Goyazana castelnaui* em laboratório.



Fonte: MENEZES, 2017.

De acordo com Magalhães (2003, p. 214) a espécie apresenta a seguinte diagnose:

Carapaça suborbicular, acentuadamente convexa. Região frontal inclinada para baixo; margem frontal bilobada, lisa. Margem ântero-lateral da carapaça com cinco a sete (geralmente seis) dentes delgados e acuminados, que podem tornar-se menores, rombudos ou desvanecidos em exemplares maiores (LC > 35 mm). Abdome do macho relativamente estreito, triangular; bordos laterais retos; somitos abdominais individualizados, embora em alguns (especialmente nas fêmeas maiores) estejam parcialmente coalescente. Gonópodo esguio, sinuoso, afinando se gradualmente para a porção distal; esta fracamente curvada para o lado dorsal. Bordo látero-proximal côncavo e uniforme contínuo com bordo látero-distal. Sutura marginal situada na fase mesial, deslocando-se abruptamente para a face lateral junto ao ápice. Campo de espinhos pouco desenvolvido, com espinhos pequenos, situado nas faces ventral, lateral e dorsal. Espécies de médio porte (mec: 50,6:43,2 mm).

Esta espécie encontra-se distribuída principalmente em rios de planalto nos Estados do Pará, Maranhão, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Pernambuco, Sergipe, São Paulo, Bahia (MAGALHÃES e TÜRKAY, 1996; MAGALHÃES, 2003) e Piauí (LIMA-JÚNIOR et al., 2008), ocorrendo nas Bacias dos rios Araguaia-Tocantins, Xingu, alto Paraná, alto Paraguai e São Francisco, bem como as costeiras do Maranhão e Sergipe (MAGALHÃES e TÜRKAY, 1996; MAGALHÃES, 2003). Apesar dos poucos relatos descobriu-se a existência de tricodactídeos em rios intermitentes do Semiárido nordestino com as ocorrências da espécie *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 para os rios pernambucanos Pajeú (MENEZES et al., 2010) e Brígida (FREITA et al., 2013), embora este último tenha sido registrado em uma barragem.

O estudo da caracterização do hábitat do *G. castelnaui* realizado por Menezes et al. (2010) em trechos do Rio Pajeú, nos municípios pernambucanos de Floresta e Calumbi, registrou que esses caranguejos permanecem durante o dia em baixo de rochas, junto à vegetação marginal ou no interior de galerias, porém, à noite são ativos e ágeis, locomovendo-se para áreas de menores profundidades. Os espécimes foram registrados na cidade de Floresta, em áreas antropizadas do Rio Pajeú, com a deposição de esgoto e lixo domésticos, na presença de atividades de lavadeiras, entre banhistas, além da existência de locais onde ocorriam limpeza de veículos, motocicletas e animais. Durante o estudo realizado por Lima-Júnior et al. (2008) os espécimes de *G. castelnaui* foram capturados em poças temporárias encontradas em regiões de olarias, formadas normalmente pela extração de argila para a produção de cerâmica. Freita et al. (2013)

também registrou a ocorrência da espécie em poças formadas no leito do rio durante períodos de seca, apresentando água com característica enlameada e baixo grau de oxigenação, entretanto, os indivíduos permaneceram no local mostrando certa tolerância ao ambiente degradado.

Foi realizado no período de 2010 a 2014 o Processo de Avaliação do Risco de Extinção dos Crustáceos no Brasil, utilizando a metodologia desenvolvida pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) que atribui a 148 espécies dulcícolas e 107 marinhas ou estuarinas uma categoria de risco de extinção (BOOS et al., 2016). A avaliação do risco de extinção para os caranguejos de água doce foi realizada com 17 espécies de pseudotelfusídeos, com 12 categorizadas como “menos preocupante” e cinco como “dados insuficientes” (MAGALHÃES, 2016b) e 30 espécies de tricodactilídeos (MAGALHÃES, 2016a), sendo 28 incluídas na categoria “menos preocupante”, enquanto as espécies *Trichodactylus crassus* H. Milne-Edwards, 1869, e *Valdivia cururuensis* Bott, 1969 não avaliadas nesse processo por incerteza taxonômica foram categorizadas por Cumberlidge (2008) como “em perigo” (MAGALHÃES, 2016a).

Embora o estado de conservação de *G. castelnaui* tenha sido avaliado como “Pouco Preocupante” (ou menos preocupante), segundo os critérios de avaliação regional da IUCN (2003), devido a sua ampla distribuição e população presumivelmente equilibrada, não existe nenhuma ação de conservação específica direcionada para os caranguejos de águas continentais da família Trichodactylidae (MAGALHÃES, 2016a). Entretanto, espécies que ocorrem em regiões próximas a áreas urbanas ou sujeitas a ações antrópicas, como descritos nos trabalhos de MENEZES et al. (2010) e FREITA et al. (2013) para *G. castelnaui*, podem segundo MAGALHÃES (2016a) se tornar ameaças para esses organismos devido a degradação ou perda de habitat afetando a subpopulações de maneira local.

Desta maneira, as informações obtidas nesse trabalho permitirão o conhecimento dos aspectos comportamentais e morfométricos de *G. castelnaui*, os quais são importantes para o enriquecimento da literatura carcinológica, bem como o conhecimento da fauna aquática do Semiárido nordestino, podendo ser usado para embasar futuros planos de manejo e conservação da espécie, que possivelmente encontra-se ameaçada a nível local, devido ao isolamento da população nas áreas estudadas do Rio Pajeú, no Município de Floresta, devido à fragmentação e poluição do ambiente límnico.

3- Referências bibliográficas

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

ÁLVAREZ, F.; VILLALOBOS, J.L. Pseudothelphusidae y Trichodactylidae (caranguejos). In: SORIANO, E.G.; DIRZO, R.G.; VOGT, R.C. (Eds.), **História Natural de los Tuxtlas – Invertebrados/ Misceláneos**. México, Instituto de Biología UNAM, Instituto de Ecología, CONABIO 647, 1997, p.415-418.

ANGER, K. The Conquest of Freshwater and Land by Marine and Crabs: Adaptations in Life-history Patterns and Larval Bionergetics. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 193, p. 119-145, 1995.

ANGER, K. Adaptation to Life in Fresh Water by Decapod Crustaceans: Evolutionary Challenges in the Early Life-History Stages. In: KAWAI, T; CUMBERLIDGE, N. (Eds.), **A Global Overview of the Conservation of Freshwater Decapod Crustaceans**, Springer International Publishing, 2016, p. 127-168.

CHAGAS, G.C. Avaliação do potencial bioindicador de *Trichodactylus Fluviatilis* (Latreille, 1828) (Crustacea: Decapoda: Trichodactylidae) na bacia do rio Corumbataí (SP). 2008. 69 p. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Estadual Julio de Mesquita Filho, São Paulo.

BOOS, H.; PINHEIRO, M.A.A.; MAGRIS, R.A. O processo de Avaliação do Risco de Extinção dos Crustáceos no Brasil: 2010-2014. In: PINHEIRO, M.; BOOS; H. (Org.) **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 2016, p. 28-34.

BORRADAILE, L. A. Crustacea. Part II.- *Porcellanopagurus*: An Instance of Carcinization. In: **British Antarctic (Terra Nova) Expedition, 1910. Natural History Reports. Arthropoda**. Zoologia, London: Order of the Trustees of the British Museum, 1916, v. 3 (3), p. 111-126.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2a. ed., 2007. 968p.

CHEN, J. -Y.; VANNIER, J.; HUANG, D.-Y. The Origin of Crustaceans: New Evidence from the Early Cambrian of China. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 268 (1482), p. 2181-2187, 2001.

COSTA NETO, E.M. O caranguejo-de-água-doce, *Trichodactylus fluviatilis* (Latreille, 1828) (Crustacea, Decapoda, Trichodactylidae), na concepção dos moradores do povoado de Pedra Branca, Bahia, Brasil. **Biotemas**, v. 20, p. 59-68, 2007.

CUMBERLIDGE, N. 2008. Trichodactylidae. In: IUCN 2011. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2011.2. < <http://www.iucnredlist.org/> >. Acesso em: 18 de dezembro de 2017.

CUMBERLIDGE, N. Global diversity and conservation of freshwater crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura). In: KAWAI, T; CUMBERLIDGE, N. (Eds.), **A Global Overview of the Conservation of Freshwater Decapod Crustaceans**, Springer International Publishing, 2016, p. 1-22.

DAVANSO, T.M.; TADDEI, F.G.; SIMÕES, S.M.; FRANSOZO, A.; COSTA, R.C. Population Dynamics of The Freshwater Crab *Dilocarcinus pagei* in Tropical Waters in Southeastern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v.33 (2), p. 235-243, 2013.

DAVID P. J. F.; D. GUINOT; P. K. L. NG. Anatomy and Functional Morphology of Brachyura. In: CASTRO, P.; DAVIE, P.; GUINOT, D.; SCHRAM F. R.; VON VAUPEL KLEIN, C (Eds.). **Treatise on Zoology: Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea**, Leiden – Boston: Brill, 2015, v.9C-I, p. 11-164.

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.

GOMIDES, S.C.; NOVELLI, I.A.; SANTOS, A.O.; BRUGIOLO, S.S.S.; SOUSA, B.M. Novo registro altitudinal de *Trichodactylus fluviatilis* (Latreille, 1828) (Decapoda 1828) (Decapoda, Trichodactylidae) no Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.31 (3), p 327-330, 2009.

GUINOT D.; BOUCHARD J.-M. Evolution of the Abdominal Holding Systems of Brachyuran Crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura). **Zoosystem**, v. 20 (4), p.613-694, 1998.

HARTNOLL, R.G. Growth. In: Bliss, D.E (Eds.). **The Biology of Crustacea**. London: Academic Press, 1982, v.1, p. 111-196.

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, 2015, v.9C-I, p. 375-416.

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.

LIU, C.H.; LI, C.W. Reproduction in the Fresh-water Crab *Candidiopotamon rathbunae* (Brachyura: Potamidae) in Taiwan. **Journal of Crustacean Biology**, v. 20, p. 89-99, 2000.

MAGALHÃES, C. Crustáceos Decápodos. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (Eds). Invertebrados de Água Doce. **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX**. São Paulo: FAPESP, 1999, v. 4, p.127-133.

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

MAGALHÃES, C. a 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, 2016, p.420-440.

MAGALHÃES, C. b. Avaliação dos Pseudotelfusídeos (Decapoda: Pseudotelphusidae). In: PINHEIRO, M.; BOOS; H. (Org.) **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 2016, p.325-336.

MAGALHÃES, C.; CAMPOS, M.R.; COLLINS, P.A.; MANTELATTO F.L. Diversity, Distribution and Conservation of Freshwater Crabs and Shrimps in South America. In: KAWAI, T.; CUMBERLIDGE, N. (Eds.) **A Global Overview of the Conservation of Freshwater Decapod Crustaceans**. Springer International Publishing, 2016, p. 303-322.

MAGALHÃES, C.; TÜRKAY, M.B. Taxonomy of the Neotropical freshwater crab family Trichodactylidae, III. The genera *Fredilocarcinus* and *Goyazana* (Crustacea: Decapoda: Brachyura). **Senckenbergiana Biologica**, v. 75 (1/2), p. 131-142, 1996.

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

MARTIN, J.W.; DAVIS, G.E. **An updated classification of the recent Crustacea**. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County. Science Series 39, 2001, 124p.

MCLAY C.L.; BECKER C. Reproduction in Brachyura. In: CASTRO, P.; DAVIE, P.; GUINOT, D.; SCHRAM F. R.; VON VAUPEL KLEIN, C (Eds.). **Treatise on Zoology: Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea**, Leiden – Boston: Brill, 2015, v9C-I p.185-243.

MELO, G.A.S. **Manual de identificação dos crustáceos decápodes de água doce do Brasil**. Edições Loyola: São Paulo, Brasil, 2003, 430p.

MENEZES, A.N.C.; CARVALHO, J.N.; NETA, R.S.P.; BATISTA-LEITE, L.M.A. Descrição do Hábitat do Caranguejo de Água Doce *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 (Crustacea, Trichodactylidae). In: **1º Congresso Nordestino de Biologia - CNBio e da 9ª Semana do Biólogo-SEMBIO**, “Biodiversidade Ameaçada: Os limites do desenvolvimento biológico e da exploração da natureza”, 2010, Paulo Afonso, Resumo... Paulo Afonso: UNEB Campus VIII, 2010.

NG, P.K.L.; GUINOT D.; DAVIE P.J.F. Systema Brachyurorum: Part I. An Annotated Checklist of Extant Brachyuran Crabs of the World. **Raffles Bulletin of Zoology**, v. 17, p. 1–296, 2008.

PINHEIRO M.A.A.; TADDEI F.G. Crescimento do Caranguejo de Água Doce, *Dilocarcinus pagei* Stimpson (Crustacea, Brachyura, Trichodactylidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.22 (3), p. 522-528, 2005.

POWERS, L.W.; BLISS, D.E. Terrestrial adaptations. In: VERNBERG, F.J.; VERNBERG, W.B. (Eds.), **The biology of Crustacea: 8. Environmental adaptations. The biology of Crustacea**. New York: Academic Press, 1983, p. 271-333.

SASTRY, A.N. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: VERNBERG, F.J.; VERNBERG, W.B. (Eds.), **The biology of Crustacea: 8. Environmental adaptations. The biology of Crustacea**. New York: Academic Press, 1983, p. 179-270.

SCHRAM F.R.; CASTRO, P. Introduction to Brachyura. In: CASTRO, P.; DAVIE, P.; GUINOT, D.; SCHRAM F. R.; VON VAUPEL KLEIN, C (Eds.). **Treatise on Zoology: Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea**, Leiden – Boston: Brill, 2015, v.9C-I, p. 3-10.

ŠTEVČIĆ, Z. The Main Features of Brachyuran Evolution. **Systematic Zoology**, v. 20, p. 331-340, 1971.

THIEL, M.; DUFFY, J.E. The Behavioral Ecology of Crustaceans: A Primer in Taxonomy, Morphology and Biology. In: THIEL, M.; DUFFY, J.E. (Eds.), **Evolutionary Ecology of Social and Sexual Systems: Crustaceans as Model Organisms**. New York: Oxford University Press, 2007, p. 3-28.

VANNIER, J.; STEINER M.; RENVOISE E.; HU, S.-X.; CASANOVA, J.-P. Early Cambrian Origin of Modern Food Webs: Evidence From Predator Arrow Worms. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274 (1610), p. 627–633, 2007.

VOGT, G. Abbreviation of Larval Development and Extension of Brood Care as Key Features of The Evolution of Freshwater Decapoda. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v.88 (1), p. 81-116, 2013.

YEO, D.J.; PETER, K.L.N.G.; CUMBERLIDGE, N.; MAGALHÃES, C.; DANIELS, S.R.; CAMPOS, M.R. Global Diversity of Crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in Freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595 (1), p. 275-286, 2008.

4- Artigos científicos

*4.1 - Estudo comportamental de *Goyazana castelnaui* (Brachyura, Trichodactylidae) em ambiente natural e cativo*

Artigo científico a ser encaminhado a **Iheringia, Série Zoologia**.

Todas as normas de redação e citação, doravante, atendem as estabelecidas pela referida revista, exceto a disposição das imagens e tabelas que foram inseridas ao longo do texto para facilitar a leitura desse trabalho.

<http://www.scielo.br/revistas/isz/pinstruc.htm#002>

Estudo comportamental de *Goyazana castelnaui* (Brachyura, Trichodactylidae) em ambiente natural e cativoiro

Anastácia N. de C. Menezes, Diógenes S. de Almeida & Renata A. Shinozaki-Mendes

Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal de Pernambuco. Avenida Gregório Ferraz Nogueira, s/n, José Tomé de Souza Ramos, Serra Talhada, Pernambuco, 56900-000, Brasil. (anastacia.ncmenezes@gmail.com)

ABSTRACT. Behavioral study of *Goyazana castelnaui* (Brachyura, Trichodactylidae) in natural environment and captivity. We aim to elaborate a behavioral repertoire for *Goyazana castelnaui* (H. Milne-Edwards, 1853), by observations in two areas of the Pajeú River, in the municipality of Floresta, Semiarid of Pernambuco, from June/2010 to May/2011 and from March/2015 to September/2016 and cultivated (12♂ and 16♀) in laboratory between March/2015 and February/2017. The observed specimens show signs of nocturnal habit, cryptic behavior and direct embryonic development. The pereopods were essential during the activities of building burrows, locomotion, reproduction, feeding and foraging, and there were adaptations of their functions in the absence of their members, especially chelipeds. Juveniles were able to regenerate their appendages, while larger females showed less potential for regeneration. The pleon was important for the reproductive behavior, since in the females it was used as incubation chamber and receptivity signal during court, and for males it was used to facilitate and maintain the pleon of the partner opened during copulation.

KEYWORDS. freshwater crab, ethology, behavioral repertoire, Rio Pajeú, Semiarid of Pernambuco.

RESUMO. O presente estudo teve por objetivo elaborar um repertório comportamental para espécie *Goyazana castelnaui* (H. Milne-Edwards, 1853), por meio de observações em duas áreas do Rio Pajeú, no Município de Floresta, Semiárido de Pernambuco, Brasil, nos períodos de junho/2010 a maio/2011 e março/2015 a setembro/2016 e em laboratório com o cultivo de 12♂ e 16♀, entre março/2015 e fevereiro/2017. Os espécimes observados apresentaram indícios de hábito notívago, comportamento críptico e desenvolvimento embrionário direto, corroborando com atividades descritas para outros caranguejos de água doce. Os pereiópodos foram essenciais durante as atividades de construção de tocas, locomoção, reprodução, alimentação e forrageio, havendo adequações de suas funções na ausência de seus membros, principalmente dos apêndices com quelas. A maioria dos caranguejos foi capaz de regenerar em uma única muda pereiópodos pequenos e rudimentares. O pléon foi importante para o comportamento reprodutivo da espécie, utilizado pelas fêmeas como câmara incubatória e sinalizador de receptividade durante o cortejo, enquanto os machos utilizaram para acessar e manter a cavidade abdominal da parceira aberto durante a cópula.

PALAVRAS-CHAVE. caranguejo de água doce, etologia, repertório comportamental, Rio Pajeú, Semiárido de Pernambuco.

INTRODUÇÃO

A Infraordem Brachyura Latreille, 1802 é composta por aproximadamente 7.200 espécies de caranguejos e siris, distribuídas em cerca de 1.400 gêneros, 100 famílias e 38 superfamílias, não incluídos neste total os táxons extintos (DAVID *et al.*, 2015, SCHRAM & CASTRO, 2015). Além do grande número de espécies descritas, esse grupo destaca-se entre os decápodes por apresentar tagmatização e alta especialização morfológica, por meio do processo chamado “carcinização” (BORRADAILE, 1916; NG *et al.*, 2008; DAVID *et al.*, 2015) ou como proposto por ŠTEVČIĆ (1971) “braquiurização”. A atual organização morfológica e a diversificação de suas funções permitiram aos braquiúros desenvolverem diferentes estratégias comportamentais e reprodutivas (POWERS & BLISS, 1983; SASTRY, 1983; MCLAY & BECKER, 2015) as quais possibilitaram explorar outros nichos, tornando-se abundantes não somente em ecossistemas marinhos e estuarinos (ŠTEVČIĆ, 1971; DAVID *et al.*, 2015), como também obtiveram sucesso em colonizar ambientes de águas continentais e terrestres de regiões Tropicais e Subtropicais (YEO *et al.*, 2008; SCHRAM & CASTRO, 2015).

São descritas aproximadamente 1.400 espécies de caranguejos de água doce (CUMBERLIDGE, 2016), distribuídas na América do Sul e Central, África, Ásia, Austrália, Índia, Madagascar, e o Sul da Europa, onde são encontrados em ambientes de rios, riachos, lagos e açudes (ÁLVAREZ & VILLALOBOS, 1997; MAGALHÃES, 1999). A Família Trichodactylidae H. Milne-Edwards, 1853 é uma das representantes desse grupo e é típica de rios de planícies, distribuída geograficamente em corpos d’água de drenagem Atlântica, desde o Sul do México até a Argentina, onde no Brasil são representadas por aproximadamente 50 espécies de caranguejos, com largura da carapaça de pequeno a médio porte (15 a 90 mm) (MAGALHÃES, 2003; MAGALHÃES *et al.*, 2016). O gênero *Goyazana* Both, 1969 é composto pelas espécies *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 e *Goyazana rotundicauda* Magalhães & Turkay, 1996, que se diferenciam pela forma abdominal, dos somitos e gonopódios, sendo a primeira descrita apenas para o território brasileiro (MAGALHÃES, 2003), além de ser o único tricodactilídeo atualmente encontrado em ambientes dulcícolas do Semiárido Pernambucano (FREITA *et al.*, 2013).

A espécie *G. castelnaui* está incluída entre os caranguejos de ambientes límnicos com escassa literatura científica, existindo apenas trabalhos sobre a sua distribuição geográfica e taxonomia (MELO, 2003). Diante do exposto, este trabalho visa suprir a

carência de informações comportamentais sobre *G. castelnaui*, por meio de observações e registros fotográficos e audiovisuais em ambiente natural e em cativeiro, com a finalidade de se conhecer e descrever a etologia da espécie elaborando um repertório comportamental, que consiste na listagem de atividades exercidas por indivíduos de uma espécie, permitindo compreender a biologia de uma determinada população (ZIMMERMANN *et al.*, 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

Os caranguejos estudados da espécie *Goyazana castelnaui* foram observados e coletados em duas áreas do Rio Pajeú no Município de Floresta, Estado de Pernambuco, Brasil. O Pajeú é um rio de regime intermitente localizado no Semiárido Pernambucano, com maior pluviometria nos meses mais quentes que vão de outubro a março, com o fluxo de suas águas no sentido nordeste-sudoeste, onde percorre por aproximadamente 353 km até desaguar no lago artificial de Itaparica, no Rio São Francisco (APAC, 2017; ALVES *et al.*, 2017).

As áreas de estudos foram descritas neste trabalho como: Área 1 – Passagem Molhada, localizada na zona urbana do Município de Floresta (08°36'18,7"S, 038°34'16,3"W), onde recebe influência direta das ações antrópicas e Área 2 – Fazenda Paus Pretos, situada na zona rural (08°39'20,0"S, 038°36'30,0"W) (Fig. 1).

O estudo comportamental em ambiente natural ocorreu nos períodos de junho de 2010 a maio de 2011 e março de 2015 a setembro de 2016, por meio de observações de maneira emersa por parte dos pesquisadores que registraram as atividades dos caranguejos encontrados nas margens do rio ou em águas mais rasas e límpidas. As atividades foram registradas mensalmente (exceto quando não foi encontrado nenhum indivíduo). Na primeira semana de junho de 2010, foi feita uma observação constante de 24h, para identificação dos períodos de maior atividade. Desse período em diante, foram restritas as observações para o horário de maior ocorrência de atividades, das 16:30 às 18:30, por meio de anotações, fotodocumentações e registros audiovisuais. Os comportamentos observados em campo foram o de construção e uso de tocas, locomoção e cuidado parental.

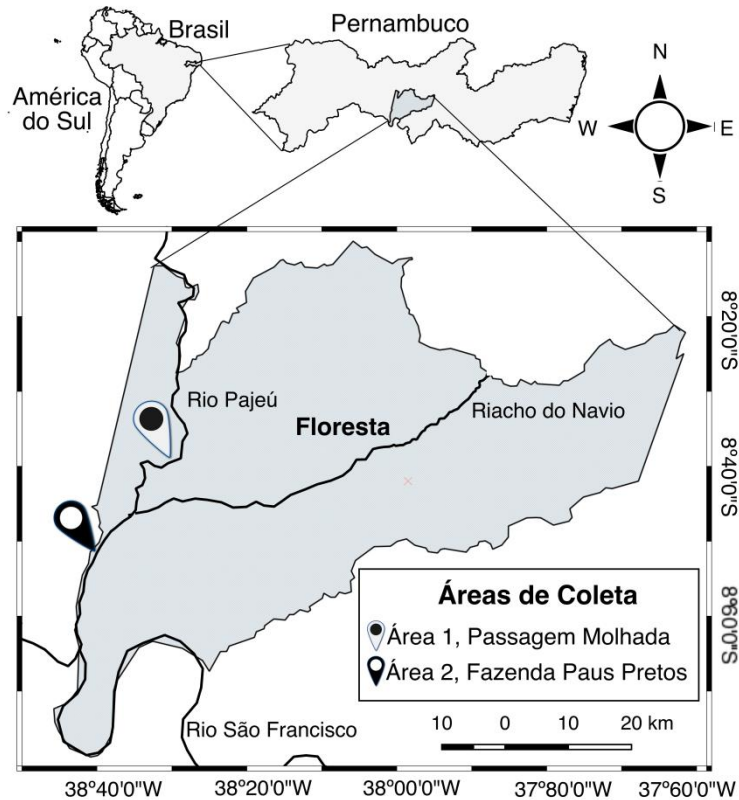


Fig. 1. Localização Geográfica das áreas de observação em ambiente natural e coleta de *Goyazana castelnaui*, no Rio Pajeú, Município de Floresta, Semiárido de Pernambuco, Brasil.

As coletas dos indivíduos para estudo em cativeiro foram realizadas de março de 2015 a setembro de 2016, no horário das 18:30 às 19:30, ocorrendo de maneira manualmente ou com o uso de um coletor confeccionado com garrafa PET, para áreas de fácil visualização e captura, utilizando-se na Área 2 da técnica de “braceamento”. Os indivíduos capturados foram acondicionados vivos em baldes contendo água coletada no local do estudo e posteriormente transportados até o Laboratório de Biologia Pesqueira (LAPEq) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAST/UFRPE), onde foram identificados com auxílio de chaves pictóricas elaborada por MAGALHÃES (2003) e posteriormente sexados e triados.

O estudo dos padrões comportamentais apresentados pelos espécimes de *G. castelnaui* a respeito da locomoção, repouso, defesa, forrageio, regeneração de membros perdidos, cortejo, cópula e pós-cópula foi realizado em laboratório no período entre março de 2015 a fevereiro de 2017, por meio de um cultivo experimental. Este estudo gerou fotodocumentações e registros audiovisuais das atividades comportamentais dos caranguejos que permitiram a elaboração de um repertório comportamental da espécie.

Para as observações em laboratório, utilizou-se 28 caranguejos (12♂ e 16♀) que foram mantidos individualmente em microcosmos artificiais elaborados em aquários de 40 litros, contendo sedimentos arenosos e rochas provenientes do local de coleta. Os aquários foram constantemente aerados durante os 24 meses do estudo e mantidos em temperatura ambiente (média de 26°C), com os animais alimentados *ad libitum* em dias alternados com ração comercial extrusada, composta por 28% de proteína bruta.

As observações foram realizadas diariamente com o esforço de no mínimo 1 hora, em horários alternados entre os intervalos das 08 às 22 horas, ocorrendo de maneira livre na maior parte do experimento sem que houvesse estímulos dos pesquisadores, embora em alguns momentos houvessem interferências com a finalidade de obter respostas sobre agilidade, habilidade e atividades reprodutivas.

Ao longo do período de cultivo foram observadas as utilizações dos apêndices de *G. castelnaui* na locomoção e rotação do corpo, adesão ao substrato emerso ou submerso, alimentação e forrageamento de indivíduos íntegros (9♂ e 13♀) ou com algum tipo de deformidade (3♂ e 3♀) para que se possa também verificar suas habilidades e estratégias nesses dois grupos. Cada par de pereiópodos foi classificado como P1 (primeiro par quelado), P2, P3, P4 e P5, abreviações comumente utilizadas para se referir a esses apêndices torácicos (NG *et al.*, 2008).

Para averiguar o comportamento reprodutivo de *G. castelnaui* foram utilizados 07 fêmeas e 03 machos para a tentativa de formações de casais, totalizando 09 combinações que foram observadas durante 1 hora cada. Foi verificada também a interação entre duas fêmeas em único aquário, com a finalidade de se perceber algum comportamento relacionado a reprodução.

RESULTADOS

As observações em campo evidenciaram o hábito notívago dos caranguejos em ambiente natural, pois os indivíduos foram vistos na Área 1 locomovendo-se mais ativamente sobre a margem do rio a partir do anoitecer. Durante o dia, esses animais foram registrados movendo-se de forma submersa, embora tenham sido observados frequentemente refugiados principalmente sob rochas dentro do rio.

Registrou-se também hábito anfíbio para os espécimes de *Goyazana castelnaui*, uma vez que machos foram visualizados construindo galerias dispostas em sedimentos lamosos nas margens do rio da Área 1 (Tab. I A) As tocas apresentavam aberturas

emersas e circulares, sem nenhuma ornamentação aparente, mas com a presença de água em seu interior. Não foram observados construções de galerias na Área 2, entretanto, foram encontradas solitariamente duas fêmeas em cuidado parental vivendo no interior de tocas construídas em uma barreira arenosa a margem do Rio Pajeú. Em cativeiro não foi visto nenhuma tentativa de construção de tocas ou algo que pudesse indicar essa atividade.

Durante o cultivo o comportamento mais observado foi o de repouso, onde os caranguejos permaneciam imóveis associados às rochas dos aquários de maneira submersa ou totalmente emersa (Tab. I B). Os caranguejos foram registrados fora da água por um tempo superior a quatro horas (ainda permaneceram emersos depois da observação), o que permite reafirma o hábito anfíbio, corroborando com os estudos realizados em ambiente natural.

Em laboratório, os caranguejos também demonstraram reflexos rápidos aos estímulos do ambiente, utilizando habilmente os quatro pares de pereiópodos não quelados para locomoção (Tab. I C), e quando ameaçados erguiam instintivamente os dois primeiros pereiópodos (Tab. I D). Foram ágeis também no manuseio do alimento (Tab. I E), aparentando não haver preferência por uma das duas quelas quando.

Não foi estudado em ambiente natural o comportamento alimentar e de forrageio dos espécimes, entretanto, pode-se supor que a espécie tenha dieta onívora, pois alguns indivíduos consumiram carne crua (origem bovina) e folhas de alface ofertadas pelos pesquisadores durante o período de transição entre o local de coleta e o laboratório.

Os indivíduos prestes a realizar a ecdise não demonstraram interesse pelo o alimento ofertado em laboratório (observado até 24 horas antes de encontrar a ecdise), e embora não tenha sido possível registrar o momento da muda, esse fastio foi associado a uma inquietação apresentada por alguns caranguejos observados, podendo indicar a proximidade do processo. As ecdises ocorreram nos intervalos entre as 16:00 e 10:00 horas, com os caranguejos retornando a se alimentar normalmente a partir de 24 horas após a realização da muda.

Tab. I. Repertório comportamental de *Goyazana castelnaui* de acordo com as informações obtidas durante as observações em ambiente natural e em laboratório. As abreviações P1, P2, P3, P4 e P5 referem-se aos pereiópodos, ordenados a partir do primeiro par com quelas.

Atividades	Descrição do Comportamento
Construção de Tocas - A	<p>Durante a construção de tocas os machos retiravam e carregando o solo do interior da galeria utilizando os P2 e P3, apoiando o sedimento entre a região externa do pléon e a posterior do quelípodo direito (apêndice com maior lateralidade), e com o corpo ereto depositava na superfície com o auxílio principalmente dos P1, P2 e P3 esquerdos.</p>
Repouso - B	<p>Em repouso os caranguejos permaneciam aderidos a rochas em posição horizontal e vertical (neste último caso apoiavam-se no aquário) mediante a fixação dos dácilios dos P2 ao P5 e por diversas vezes ficaram totalmente imóveis e emersos quando não ameaçados. Quando imersos permaneciam na maior parte do tempo refugiados sob as rochas, onde algumas vezes foi possível verificar os caranguejos com os pereiópodos enterrados no substrato.</p>
Locomoção - C	<p>Locomovem-se por meio dos P2 ao P5 e giram o corpo principalmente com auxílio dos P3, P4 e P5. Durante a locomoção foi comum a exploração do substrato utilizando especificamente os P1 e P2. Quando eretos apoiavam-se no substrato com auxílio do P4 e P5.</p> <p>O par de P1 está curvado para frente em relação à região frontal e não foi observado o seu uso como membro locomotor. O direcionamento dos pereiópodos locomotores varia durante a locomoção: P2 – frequentemente voltado para frente, mas em alguns momentos pode ser centralizado (reto); P3 – pode ser direcionado para frente, para trás e centro; P4 – normalmente está disposto para trás, mas pode ser visualizado no centro e sutilmente para frente; e P5 – encontra-se predominantemente para trás, mas pode se dispor para o centro.</p> <p>Durante a fuga demonstram agilidade no impulso no momento do deslocamento, mas percorreram distâncias relativamente curtas (máximo de 1.5m aproximadamente).</p>
Defesa - D	<p>Sob ameaça apresentavam posição de defesa erguendo os P1 quelados e flexionando o P2 para frente. Em alguns momentos podiam também escapar rapidamente, se escondendo sob as rochas.</p>
Alimentação e Forrageio - E	<p>Os indivíduos eram capazes de segurar simultaneamente os alimentos nos maxilípedes e em um das quelas, enquanto tenta capturar mais recursos com o outro quelípodo disponível, podendo ser auxiliado pelo P2.</p> <p>O forrageio dos indivíduos íntegros foi realizado com os P1 e P2, porém, na ausência do(s) quelípodo(s), o P2 assumiu inteiramente a função de busca e captura do alimento, auxiliado pelos maxilípedes.</p>

Foram estudados e acompanhados ao longo do experimento seis indivíduos que apresentavam lesões e autotomia de seus apêndices, os quais foram morfológicamente classificados como jovens (3♂ e 1♀) e adultos (2♀), com base nas suas características morfológicas. Os exemplares jovens (indivíduos de menor porte) regeneraram em uma única muda apêndices pequenos e rudimentares a partir da base da coxa, necessitando de três a quatro ecdises para recuperar o tamanho e suas funções básicas, entretanto, apenas em um caso foi necessária uma segunda muda para que ocorresse a regeneração inicial. As fêmeas maiores demonstraram menor potencialidade de regeneração, observando-se apenas o fechamento parcial das lesões.

Registraram-se também em cativeiro os comportamentos de corte, cópula e pós-cópula de alguns exemplares de *G. castelnaui*, colocados em pares em um único aquário (fêmea introduzida no aquário do macho). O comportamento reprodutivo foi estudado apenas em laboratório por meio de 09 observações que resultaram no registro de 08 cortejos e 03 cópulas, ocorrendo todas atividades de acasalamento de maneira livre e submersa, com os indivíduos apresentando carapaça dura.

A duração da corte variou entre 04 e 15 minutos, iniciando a marcação do tempo a partir da primeira demonstração de interesse e investida por parte de um dos indivíduos (Tab. II A). Dos 10 caranguejos utilizados neste experimento 01 macho e 02 fêmeas mostraram-se não receptivos a cópula, afugentando-se durante a tentativa de corte. A partir da imobilização da fêmea e o contato externo com externo entre os caranguejos, iniciou o registro do tempo das cópulas que variaram entre 21 e 25 minutos. O final da cópula foi marcado pela movimentação da fêmea e pelos golpes dos machos na região anterior do corpo de suas parceiras (Tab. II B).

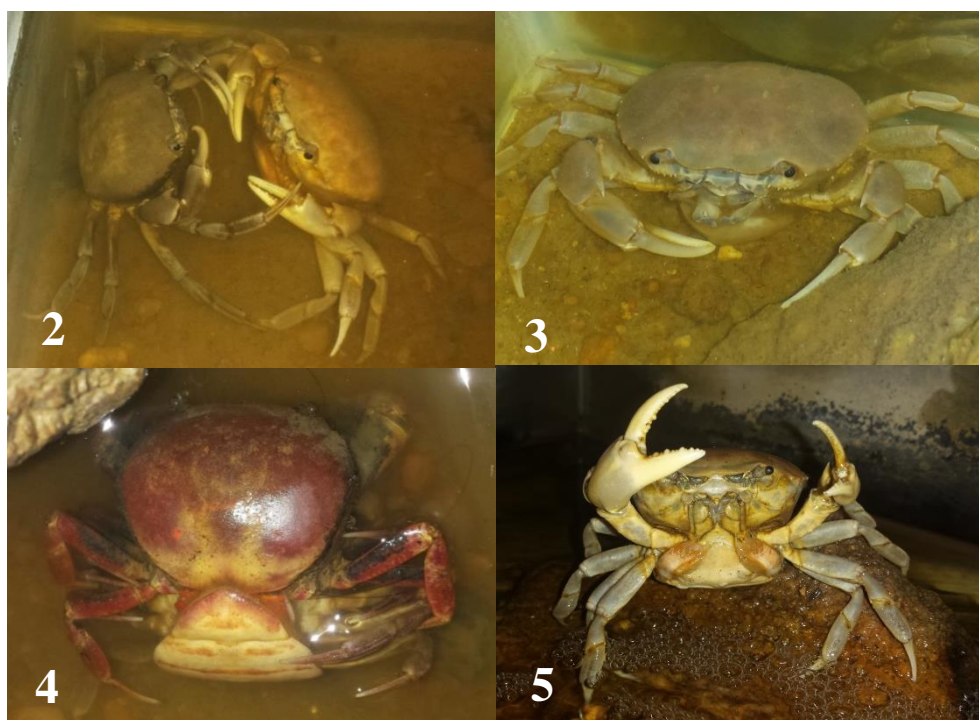
Após a cópula, os machos não foram receptivos a acasalar com outra fêmea, mesmo estes sendo cortejados (Tab. II C). Entretanto, no dia seguinte mostraram receptividade, com um dos indivíduos copulando com uma das fêmeas a qual rejeitou no dia anterior, logo após o acasalamento. Não foi observada nas fêmeas a disponibilidade de copular com mais de um parceiro.

De três a quatro dias depois do experimento de cópula, as fêmeas que acasalaram apresentaram a formação de uma cavidade na região abdominal, similar à câmara incubatória das duas fêmeas em cuidado parental encontradas em galerias as margens do Rio Pajeú. Devido às mortes dos exemplares que ocorreram entre 90 e 135 dias depois da cópula não foi possível confirmar a fertilização ou o armazenamento dos espermatozoides nos receptáculos seminais.

Tab. II. Repertório comportamental das atividades reprodutivas de *Goyazana castelnaui* de acordo com as informações obtidas durante as observações em laboratório.

Atividades	Descrição do Comportamento Reprodutivo
Cortejo - A	<p>O reconhecimento do parceiro normalmente foi realizado pelos indivíduos receptivos a cópula (Fig. 2) que cercavam e utilizavam seus quelípodos para tentar dominar o parceiro, segurando os não receptivos pela frente e pereiópodos, enquanto estes se esquivavam das investidas ou prendia as suas quelas.</p> <p>Os machos receptivos foram em busca da parceira e após o reconhecimento entre os indivíduos, tentaram erguer e virar a fêmea para expor sua região abdominal, utilizando todos os pereiópodos e a região posterior do seu corpo.</p> <p>O cortejo do macho não apresentou nenhum comportamento especial ou rítmico, apenas insistência em dominar e ficar por cima da fêmea.</p> <p>As fêmeas receptivas a cópula utilizaram o pléon para sinalizar interesse na cópula (Fig. 3), por meio de movimentos de abre e fecha, enquanto tocava e cercava o parceiro.</p>
Cópula - B	<p>Virando as fêmeas, os machos permaneceram por cima com a região frontal na mesma direção das parceiras em posição esterno com esterno, utilizando seus pereiópodos para manter as fêmeas imóveis em um tipo de abraço nupcial.</p> <p>Os machos utilizaram o seu pléon para abrir o da fêmea, permitindo que os mesmos ficassem inseridos na cavidade incubatória de suas parceiras, facilitando a imobilização e o acesso aos gonóporos (Fig. 4).</p> <p>Ambos os indivíduos mantiveram-se imóveis ao longo da cópula, movimentado apenas os maxilípedes. Próximo ao término, as fêmeas iniciavam movimentos para sair da posição de cópula que se intensificavam gradativamente, enquanto os machos golpeavam com suas quelas a região frontal e os quelípodos da parceira de maneira aparentemente branda.</p>
Pós-Cópula - C	<p>Após a cópula, as fêmeas retornaram a posição de origem (região ventral voltada para baixo) e os machos não apresentaram comportamento de guarda, mantendo-se afastado da parceira. E mesmo na presença de outra fêmea receptiva, estes machos não demonstraram interesse em uma nova cópula consecutiva.</p> <p>As fêmeas que acasalaram apresentavam o pléon sutilmente aberto com as laterais encerradas pelos pleópodos, formando junto com a depressão do esternitos torácicos uma cavidade similar à câmara incubatória de fêmeas em cuidado parental (Fig. 5).</p>

Ao introduzir duas fêmeas com receptividades distintas em um mesmo ambiente, apresentaram comportamento similar a um cortejo não correspondido, aonde um dos indivíduos vai à busca do parceiro, enquanto o outro não receptivo realiza desvios e tentativas de fugas. A fêmea receptiva demonstrava interesse por meio de investidas e movimentação do pléon, além de se comportar de maneira parecida com os machos aptos à cópula, tentando dominar e virar a fêmea não receptiva.



Figs 2-5. Registros do comportamento reprodutivo de *Goyazana castelnaui* em cativeiro. 2, Reconhecimento e receptividade entre um macho (à esquerda) e uma fêmea durante o cortejo; 3, Fêmea demonstrando receptividade por meio da movimentação do pléon; 4, Caranguejo macho inserido na cavidade incubatória da fêmea; 5, Formação de uma cavidade abdominal similar à câmara incubatória de fêmeas em cuidado parental.

DISCUSSÃO

O estudo comportamental realizado *in situ* permite supor que os caranguejos observados da espécie *Goyazana castelnaui* apresentam hábito notívago, devido a sua maior atividade e exploração do ambiente durante o período noturno, assim como descrito para *Sommaniathelphusa sexpunctata* Lanchester, 1906 (NG & NG, 1987), *Potamon fluviatile* Herbst, 1785 (GHERARDI *et al.*, 1988), *Potamon potamios palestinensis* Bott, 1967 (GHERARDI & MICHELI, 1989), *Potamonautes perlatus* H.

Milne-Edwards, 1837 (HILL & O'KEEFFE, 1992), *Trichodactylus panoplus* von Martens, 1869 (ZIMMERMANN *et al.*, 2009) e *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (VIEIRA, 2013), corroborando com o comportamento comum entre os braquiúros de água doce descrito por MAGALHÃES (1999), YEO *et al.* (2008) e GOMIDES *et al.* (2009). O hábito noturno apresentado pelos espécimes de *G. castelnaui* também pode está associado ao local onde os caranguejos habitam, pois a Área 1 recebe influência das ações antrópicas principalmente durante o dia por está localizado na zona urbana, o que pode fazer com que os indivíduos mantenham-se escondidos. Entretanto, o comportamento críptico durante o período diurno ocorre em várias espécies de caranguejos de água doce, as quais utilizam principalmente rochas e plantas como esconderijos (NG & NG, 1987; MAGALHÃES, 1999, YEO *et al.*, 2008; ZIMMERMANN *et al.*, 2009; VIEIRA, 2013).

Em laboratório perceberam-se durante as observações em cativeiro que esses animais permaneciam longas horas em repouso, muitas vezes imóveis, associados às rochas presentes nos aquários. O estudo comportamental realizado por ZIMMERMANN *et al.* (2009) descreve a imobilidade apresentada por *T. panoplus* em cativeiro, como o comportamento mais frequente realizado pelos indivíduos observados, os quais tornam-se mais ativos durante a noite quando vão em busca do alimento.

Os indivíduos de *G. castelnaui* foram frequentemente visualizados em cativeiro totalmente imóveis e emersos, apresentando a carapaça e os pereiópodos completamente secos, o que indica a existência de adaptações respiratórias específicas que permitem a esses caranguejos suportarem o ambiente terrestre por um tempo superior a quatro horas. A respiração aérea dos crustáceos pode ocorrer tão bem quanto em ambiente aquático, por meio de câmaras branquiais desenvolvidas como um tipo de pulmão ou esclerotização branquial (GIOMI *et al.*, 2014). Entretanto, em algum momento ainda se faz necessário o uso da água para umedecer as brânquias (NG, 2004) ou realizar atividades relacionadas aos períodos de alta umidade (MORRIS, 2001).

Outro momento que foi registrado o hábito anfíbio de *G. castelnaui* está associado à construção de tocas, as quais foram encontradas dispostas de maneira emersa nas margens do rio, construídas em substrato úmido por machos provavelmente adultos e habitadas por fêmeas em cuidado parental, o que sugere o uso dessas galerias para a proteção da prole durante a sua incubação. Em laboratório não foi registrado nenhuma demonstração de tentativa de construção de tocas, o que pode ser justificado pela ausência de algum mecanismo que estimule essa atividade ou simplesmente pelo fato de que o solo disponível dentro do aquário encontrava-se de maneira submersa.

As espécies de caranguejos límnicos *S. sexpunctata* (NG & NG, 1987), *Zilchiopsis collastinensis* Pretzmann, 1968, e *Trichodactylus borellianus* Nobili, 1896 (MELCHOR, 2010) também constroem e fazem o uso de tocas, provavelmente associado aos comportamentos reprodutivo e de defesa, que pode se estender para outros grupos de animais, como relatam SIMIONI *et al.* (2014) o possível uso das galerias de *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 por anuros durante o período seco no norte do Pantanal.

Os caranguejos possuem cinco pares de pereiópodos, onde cada apêndice possui sete segmentos articulados e sensores de posição/movimento e força (CATTART & EDWARDS, 2017). O primeiro par (P1) é provido de quelas utilizadas no manuseio e os demais pereiópodos (P2 ao P5) são utilizados principalmente na locomoção, os quais se encontram dispostos lateralmente no cefalotórax (SCHRAM & CASTRO, 2015), condicionando a um deslocamento de maneira lateral, definindo de acordo com o sentido da caminha o lado de ataque ou fuga (CATTART & EDWARDS, 2017). Os indivíduos de *G. castelnaui* locomoveram-se em ambiente natural de maneira ágil por curtas distâncias, preferindo realizar caminhas mais compassadas a rápidas, enquanto exploravam o substrato utilizando principalmente os P1 e P2.

Aparentemente os indivíduos não apresentaram preferência no uso de uma das duas quelas durante na manipulação do alimento, como descrito também para *T. borellianus* (CARVALHO *et al.*, 2017). No entanto, um dos machos de *G. castelnaui* com a maior lateralidade do quelípedo direito demonstrou menor uso desse membro durante a alimentação.

Não se pode afirmar o hábito alimentar dos caranguejos estudados, pois não foram realizados experimentos para verificar o conteúdo estomacal ou preferência por um determinado recurso, no entanto, alguns indivíduos consumiram alimentos de origem animal e vegetal quando ofertados, o que pode ser um indício de onivoria. A dieta onívora é descrita para a maioria dos caranguejos dulcícolas (YEO *et al.*, 2008) a exemplo das espécies *P. perlatus* (HILL & O'KEEFE, 1992), *D. pagei* (WILLINER & COLLINS, 2002) e *Sodhiana iranica* Sharifian, Kamrani & Sharifian, 2014 (SHARIFIAN & KAMRANI, 2017), alimentando-se comumente de restos de plantas, algas, oligoquetas, copépodes, cladóceros e insetos, os quais podem também se comportar de maneira oportunista como relatado para *T. borellianus* (WILLINER & COLLINS, 2013), *Trichodactylus kensleyi* Rodriguez, 1992 (WILLINER *et al.*, 2014) e *Trichodactylus fluviatilis* Latreille, 1828 (SEGADILHA & SILVA-SOARES, 2015).

Os exemplares de *G. castelnaui* demonstraram em laboratório que a ausência dos seus apêndices torácicos, especialmente os quelípodos, não interferiu em sua capacidade de ir ao encontro do alimento e que podem se habituar a sua condição utilizando outras estruturas corporais como os maxilípedes para auxiliar em suas atividades, além de ser possível em indivíduos jovens a regeneração dos seus pereiópodos ao longo das mudas. O estudo comportamental realizado por OLIVEIRA *et al.* (2015) com a espécie *Pachygrapsus transversus* Gibbes, 1850 também relatou a adequação nas atividades alimentares, afirmando que apenas a perda dos quelípodos não foi um fator limitante para modificar a preferência alimentar e descreveu o uso dos apêndices bucais e locomotores, sugerindo que este último possa ser utilizado como mecanismos compensatório para substituir os pereiópodos quelados autotomizados e garantir a aquisição dos nutrientes.

Os membros autotomizados são regenerados na pró-ecdise mesmo em animais maduros (SKINNER, 1985), onde o tempo da regeneração vai depender se a autotomia ocorreu em um período crítico com intervalo suficiente para regeneração ou após esse período, resultando na formação de uma papila basal na extremidade do apêndice perdido (DONALD, 2001). Foi evidenciado esse acontecimento em um dos indivíduos de *G. castelnaui* com múltiplas autotomias, onde houve a necessidade de uma segunda muda para que ocorresse a regeneração inicial. As fêmeas maiores demonstraram menor potencialidade de regeneração, comportamento também descritos para a espécie *Cyrtograpsus angulatus* Dana, 1852 (SPIVAK & POLITIS, 1989). Isso é possível devido à diminuição ou estagnação do processo de muda ao longo da maturidade ou pelo grau da lesão.

Ao longo da maturidade dos crustáceos ocorrem alterações morfológicas e o surgimento de padrões de crescimento corporal principalmente na fase pré-puberal, que permitem desenvolver comportamentos funcionais específicos com a finalidade de aperfeiçoar a captura de alimentos, proteção e o sucesso reprodutivo (HARTNOLL, 1974). Tais padrões foram observados nos indivíduos estudados de *G. castelnaui*, onde as fêmeas possuem pléon largo e côncavo para comportar os ovos e os juvenis, e apesar da lateralidade ser evidente no membro direito de ambos os sexos, os machos apresentaram maior crescimento da quela quando comparado às fêmeas, provavelmente com a finalidade de exercer funções reprodutivas, de proteção e auxílio na construção de galerias. Esses padrões morfológicos e suas funcionalidades também foram descritos para outras espécies dulcícolas como *Sylviocarcinus australis* Magalhães & Türkay,

1996 (MANSUR *et al.*, 2005), *D. pagei* (MANSUR *et al.*, 2005; DAVANSO *et al.*, 2016), *T. fluviatilis* (LIMA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2014) e *T. borellianus* (WILLINER *et al.*, 2014).

A heteroquelia do primeiro par de pereiópodos permite ao indivíduo realizar diferentes funções com os seus quelípodos, utilizando principalmente os membros maiores para encontros agonísticos e atração (MARIAPPAN *et al.*, 2000; LIMA *et al.*, 2012), enquanto os menores para a busca por alimentos (MARIAPPAN *et al.*, 2000). Para a espécie *Potamonautes warreni* Calman, 1918 a lateralidade favorece a defesa, sinalização sexual e reprodução, com os machos de quelípodos grandes apresentando vantagens seletivas sobre os machos com menores quelas (DANIELS, 2001). Segundo o mesmo autor, a heteroquelia nas fêmeas de caranguejos de água doce pode favorecer a defesa da prole contra predadores, aumentando as chances de sobrevivência dos jovens em desenvolvimento.

Durante as observações em cativeiro o pléon da fêmea de *G. castelnaui* foi utilizado como sinalizador de receptividade para cópula por meio de sua movimentação, podendo ser descrito como um tipo de cortejo, pois estas demonstravam seu interesse independente da receptividade do macho. O uso do pléon para indicar receptividade à cópula também foi evidenciado para as fêmeas da espécie de camarão *Stenopus hispidus* Olivier, 1811 (GREGATI *et al.*, 2014). Os lagostins machos da espécie *Aegla platensis* Schmitt, 1942 posicionam-se sobre a fêmea vibrando seu pléon ritmicamente, enquanto suas parceiras contraem o corpo em resposta à sua investida (ALMERÃO *et al.*, 2015).

O estudo do comportamento reprodutivo das espécies *T. borellianus*, *D. pagei* e *Zilchiopsis collastinensis* Pretzmann, 1968 apresentaram padrões semelhantes aos observados para *G. castelnaui*, como: reconhecimento da fêmea e agarramento em seus pereiópodos, virar a fêmea expondo a região ventral para acima e utilização dos quelípodos para conter a parceira durante a cópula (SENKMAN *et al.*, 2015), mas divergiram parcialmente quando se tratam de receptividade e abertura do pléon. As espécies estudadas por SENKMAN *et al.*, 2015 mostraram agressividade durante o cortejo, sendo caracterizado pelo domínio por parte dos machos, com a abertura do pléon da fêmea utilizando apenas o pereiópodos. O comportamento agressivo também foi descrita para as espécies *P. fluviatile* (MICHELI *et al.*, 1990) e *Candidiopotamon rathbunae* De Man, 1914 (LIU & LI, 2000).

Para os indivíduos de *G. castelnaui* o abdome do macho também facilitou e manteve o pléon da fêmea aberto, e a busca pelo companheiro partiu de ambos os sexos

quando estes se mostravam receptivos, não havendo comportamento agressivo quando os dois estavam disponíveis para cópula. Entretanto, as fêmeas e os machos mostraram insistência durante a corte quando seu parceiro não era receptivo, os quais utilizarão seus pereiópodos principalmente os quelados para dominar o outro, mas aparentemente sem realizar pegadas bruscas que pudessem comprometer a integridade física do animal. DONALDSON & ADAMS (1989) também descreveram comportamentos reprodutivos similares para *Chionoecetes bairdi* Rathbun, 1893, como: palpação, encontro dos esternos torácicos dos machos com os das fêmeas e intensas movimentações das partes bucais.

A cópula de *G. castelnaui* em laboratório ocorreu no período de intermuda quando os caranguejos apresentavam tegumentos rígidos, assim como relatado para as espécies *C. rathbunae* (LIU & LI, 2000), *Z. collastinensis*, *T. borellianus* e *D. pagei* (SENKMAN *et al.*, 2015), o que pode justificar a ausência de um comportamento de guarda pós- cópula , pois as fêmeas não apresentam a vulnerabilidade típica do processo de muda.

Diferentemente dos caranguejos de ambientes marinhos, as fêmeas de água doce exibem cuidado parental mais longo, ovos maiores e menos numerosos (MANSUR & HEBLING, 2002; MCLAY & BECKER, 2015), o que proporciona o desenvolvimento pós-embrionário direto (epimórfico), com a passagem da fase larval dentro do ovo e eclosão de indivíduos na forma de juvenil com características da fase de primeiro caranguejo (NG *et al.*, 2008; YEO *et al.*, 2008). A fêmea de *G. castelnaui* encontrada portando em sua câmara incubatória juvenis com morfologia similar aos caranguejos adultos, pode ser uma evidencia de ocorra desenvolvimento direto, corroborando com o comportamento descrito para *T. fluviatilis* (LIMA *et al.*, 2012), *D. pagei* e *S. australis* (MANSUR & HEBLING, 2002) e *Sinopotamon yangtsekiense* Bott, 1967(WU *et al.*, 2010).

O presente estudo apresentou número baixo de caranguejos de *G. castelnaui*, limitando a realização de experimentos e observações mais aprofundadas, podendo ser justificado pelo hábito notívago e críptico da espécie que dificulta o encontro e a captura dos animais (MAGALHÃES, 2003). A observação e coleta de fêmeas em cuidado parental foram ainda mais difíceis de serem realizadas, sendo relatado também para outras espécies (WEHRTMANN *et al.*, 2010), a exemplo de *D. pagei* (MANSUR & HEBLING, 2002) e *C. rathbunae* (LIU & LI, 2000).

A dificuldade em encontrar os indivíduos de *G. castelnaui* também pode está associado às ações antrópicas e o regime pluviométrico, pois na Área 1 foi comumente

observado atividades de lazer, extração de areia e água, dessedentação e banho de animais, deposição de lixo e esgoto, além de introdução de cercas no leito do rio, os quais associados ao longo período de estiagem na região, ocasionaram alterações na paisagem e dinâmica do rio, provocando a diminuição do habitat e escurecimento da água, prejudicando a visualização dos caranguejos ao longo da pesquisa. Apesar da degradação do ambiente na Área 1, os espécimes utilizados neste estudo mostraram-se resistentes a essas adversidades, como observado por FREITA *et al.* (2013) que descreveu as características das poças de água habitadas por *G. castelnaui* como enlameada e de baixo grau de oxigenação.

Apesar de exigir cuidados constantes e longas horas de observação, a manutenção de *G. castelnaui* em laboratório mostrou-se viável, permitindo a aplicação de outros experimentos mais complexos, não realizados neste trabalho. O estudo em cativeiro possibilitou conhecer diversos aspectos comportamentais, os quais seriam difíceis de serem observados apenas no ambiente natural, além de ser uma maneira de se conservar ao máximo a população desta espécie que possivelmente está sendo afetada pela degradação do Rio Pajeú, no Município de Floresta-PE.

Atualmente *G. castelnaui* é a única espécie de tricodactílideo do Semiárido Nordeste com ocorrência em rio de regime intermitente e segundo FREITA *et al.* (2013), é único braquiúro de água doce descrito para o Sertão do Estado de Pernambuco, sendo assim, notória a sua importância para o Domínio Caatinga.

AGRADECIMENTOS. À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco – FACEPE (IBPG 1776-2.04/15) pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Projeto Universal 471219/2013-4) pelo apoio financeiro para execução desse projeto e à Janaína Novaes de Carvalho e Luciana de Matos Andrade pelas contribuições durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). **Rio Pajeú**. Disponível em: < http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=20>. Acesso em: 10 mar 2018.
- ALMERÃO, M.; BOND-BUCKUP, G. & MENDONÇA JR., M. S. 2009. Mating behavior of *Aegla platensis* (Crustacea, Anomura, Aeglidae) under laboratory conditions. **Journal of Ethology** 28(1):87-94.
- ÁLVAREZ, F. & VILLALOBOS, J. L. 1997. Pseudothelphusidae y Trichodactylidae (caranguejos). In: SORIANO, E. G.; DIRZO, R. G. & VOGT R. C. eds. **História Natural de los Tuxtlas – Invertebrados/ Miscelâneos**. México, Instituto de Biología UNAM, Instituto de Ecología, CONABIO 647, p.415-418.
- ALVES, L. E. R.; GOMES, H. B.; SANTOS, M. N. & FREITAS, I. G. F. 2017. Balanço de Radiação Através do Satélite Landsat-8 na Bacia do Rio Pajeú. **Revista do Departamento de Geografia** 33:117-127.
- BORRADAILE, L. A. 1916. Crustacea. Part II.- *Porcellanopagurus*: An Instance of Carcinization. In: **British Antarctic (Terra Nova) Expedition, 1910**. Natural History Reports. Arthropoda, Zoologia. London, Order of the Trustees of the British Museum. v3, p.111-126.
- CARVALHO, D. A., VIOZZI, M. F; COLLINS, P. A. & WILLINER, V. 2017. Functional morphology of comminuting feeding structures of *Trichodactylus borellianus* (Brachyura, Decapoda, Trichodactylidae), an omnivorous freshwater crab. **Arthropod Structure & Development** 46(4):1-11.
- CATTAERT, D. & EDWARDS, D. H. 2017. Control of Locomotion in Crustaceans. In: Byrne, J. H. ed. **The Oxford Handbook of Invertebrate Neurobiology**. Oxford Handbooks Online. Disponível em: < <http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780190456757.001.0001/oxfordhb-9780190456757-e-23>>. Acesso em: 04 mai 2018.
- CUMBERLIDGE, N. 2016. Global diversity and conservation of freshwater crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura). In: KAWAI, T. & CUMBERLIDGE, N. eds. **A Global Overview of the Conservation of Freshwater Decapod Crustaceans**. Springer International Publishing, p.1-22.

- DANIELS, S. R. 2001. Allometric growth, handedness, and morphological variation in *Potamonautes warreni* (Calman, 1918) (Decapoda, Brachyura, Potamonautidae) with a redescription of the species. **Crustaceana** **74**:237-253.
- DAVANZO, T. M.; TADDEI, F. G.; HIROSE, G. L.; & COSTA, R. C. 2016. Sexual Maturity, Handedness and Sexual Dimorphism of the Freshwater Crab *Dilocarcinus pagei* in Southeastern Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca** **42**:269-279.
- DAVID P. J. F.; GUINOT D. & NG. P. K. L. 2015. Anatomy and Functional Morphology 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**. Decapoda: Brachyura, Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology. Brill, Leiden & Boston. v9C-1, p.11-164.
- DONALD L. M. 2001. Interactions Between Limb Regeneration and Molting in Decapod Crustaceans. **Integrative and Comparative Biology** **41**:399–406.
- DONALDSON, W.E. & ADAMS, A.E. 1989. Ethogram of Behavior with Emphasis on Mating for the Tanner Crab *Chionoecetes bairdi* Rathbun. **Journal of Crustacean Biology** **9**:37-53.
- FREITA, F. R. V.; SANTANA, N. N.; LANDIM, F. G. S.; PEIXOTO, B. M. J. & PINHEIRO, A. P. 2013. 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** **8**:358-360.
- GHERARDI, F. & MICHELI, F. 1989. Relative growth and population structure of the freshwater crab *Potamon potamios palestinesis*, in the Dead Sea area (Israel). **Israel Journal of Zoology** **36**:133-145
- GIOMI, F.; FUSI, M.; BARAUSSE, A.; MOSTERT, B.; PÖRTNER, H. O. & CANNICCI, S. 2014. Improved heat tolerance in air drives the recurrent evolution of air-breathing. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences** **281**(1782):20132927.
- GOMIDES, S. C.; NOVELLI, I. A.; SANTOS, A. O.; BRUGIOLO, S. S. S. & SOUSA, B. M. 2009. Novo registro altitudinal de *Trichodactylus fluviatilis* (Latreille, 1828) (Decapoda 1828) (Decapoda, Trichodactylidae) no Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** **31**:327-330.
- GREGATI, R. A.; FRANSOZO, V.; LOPEZ-GRECO, L. S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. & BAUER, R. 2014. Functional morphology of the reproductive system and sperm transfer in *Stenopus hispidus* (Crustacea: Decapoda: Stenopodidea), and their relation to the mating system. **Invertebrate Biology** **133**:381–393.

- HARTNOLL, R. G. 1974. Variation in Growth Pattern between Some Secondary Sexual Characters in Crabs (Decapoda Brachyura). **Crustaceana** **27**:131-136.
- HILL, M. P. & O'KEEFFE, J. H. 1992. Some aspects of the ecology of the freshwater crab (*Potamonautes perlatus* Milne Edwards) in the upper reaches of the Buffalo River, Eastern Cape Province, South Africa. **Southern African Journal of Aquatic Sciences** **18**:42-50.
- LIMA, D. J. M.; COBO, V. J.; ALVES, D. F. R.; BARROS-ALVES, S. P. B. & FRANSOZO, V. 2012. Onset of sexual maturity and relative growth of the freshwater crab *Trichodactylus fluviatilis* (Trichodactyloidea) in south-eastern Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**. 8p.
- LIU, C. H. & LI, C. W. 2000. Reproduction in the Fresh-water Crab *Candidiopotamon rathbunae* (Brachyura: Potamidae) in Taiwan. **Journal of Crustacean Biology** **20**:89-99.
- MAGALHÃES, C. 1999. Crustáceos Decápodos. *In*: ISMAEL, D.; VALENTI, W. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T. & ROCHA, O. eds. **Invertebrados de Água Doce. Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX**. São Paulo, FAPESP. v4, p.127-133.
- MAGALHÃES, C. 2003. Brachyura: Pseudothelphusidae e Trichodactylidae. *In*: G.A.S. Melo ed. **Manual de Identificação dos Crustáceos Decápodos de Água Doce Brasileiros**. São Paulo, Brasil, Edições Loyola, p.143-297.
- MAGALHÃES, C.; CAMPOS, M. R.; COLLINS, P. A. & MANTELATTO F. L. 2016. Diversity, Distribution and Conservation of Freshwater Crabs and Shrimps in South America. *In*: Kawai, T. & Cumberlidge, N, eds. **A Global Overview of the Conservation of Freshwater Decapod Crustaceans**. Springer International Publishing, p.303-322.
- MANSUR C. B. & HEBLING N. J. 2002. 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** **19** (3):797-805.
- MANSUR C. B.; HEBLING N. J. & SOUZA J. A. 2005. Crescimento relativo de *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 e *Sylviocarcinus australis* Magalhães & Turkey, 1996 (Crustacea, Decapoda, Trichodactylidae) no Pantanal do Rio Paraguai, Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul. **Boletim do Instituto de Pesca** **31**:103-107.
- MARIAPPAN, P.; BALASUNDARAM, C. & SCHMITZ, B. 2000. Decapod crustacean chelipeds: an overview. **Journal of Biosciences** **25**:301-313.

- MCLAY, C. L. & BECKER, C. 2015. Reproduction in 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**. Decapoda: Brachyura, Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology. Brill, Leiden & Boston. v9C-1, p.185–243.
- MELCHOR, R. N.; GENISE, J. F.; FARINA, J. L.; SÁNCHEZ, M. V.; SARZETTI, L. & VISCONTI, G. 2010. Large striated burrows from fluvial deposits of the Neogene Vinchina Formation, La Rioja, Argentina: A crab origin suggested by neoichnology and sedimentology. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** **291**:400–418.
- MELO, G. A. S. DE. 2003. **Manual de identificação dos crustáceos decápodes de água doce do Brasil**. São Paulo, Brasil. Edições Loyola, 430p.
- MICHELI F.; GHERARDI, F. & VANNINI, M. 1990. Growth and reproduction in the freshwater crab, *Potamon fluviatile* (Decapoda, Brachyura). **Freshwater Biology** **23**:491–503.
- MORRIS, S. 2001. Neuroendocrine regulation of osmoregulation and the evolution of air-breathing in decapod crustaceans. **The Journal of Experimental Biology** **204**:979–989.
- NG, P. K. L. 2004. Crustacea: Decapoda, Brachyura. *In*: YULE, C. M. & YONG, H. S. eds. **The Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region**. Kuala Lumpur, Academy Science of Malaysia, p.311–336.
- NG, P. K. L.; GUINOT D. & DAVIE P. J. F. 2008. Systema Brachyurorum: Part I. An Annotated Checklist of Extant Brachyuran Crabs of the World. **Raffles Bulletin of Zoology** **17**:1-296.
- NG, P. K. L. & NG, H. P. 1987. The freshwater crabs of Pulau Langkawi, Peninsular Malaysia, **Malaysian Journal of Science** **9**:1-15.
- OLIVEIRA, D. N.; CHRISTOFOLETTI, R. A.; BARRETO, R. E. 2015. Feeding Behavior of a Crab According to Cheliped Number. **PLoS ONE** **10**:1-7.
- POWERS, L. W. & BLISS, D. E. 1983. Terrestrial adaptations. *In*: VERNBERG, F. J. & Vernberg, W. B. eds. **The biology of Crustacea**: 8. Environmental adaptations. The biology of Crustacea. New York, Academic Press. 8:271-333.
- SASTRY, A. N. 1983. Ecological aspects of reproduction. *In*: VERNBERG, F. J. & Vernberg, W. B. eds. **The biology of Crustacea**: 8. Environmental adaptations. The biology of Crustacea. New York, Academic Press. 8:179-270.

- SCARTON, L. P.; ZIMMERMANN, B. L.; MACHADO, S.; AUED, A. W.; MANFIO, D. & SANTOS, S. 2009. Thanatosis in the freshwater crab *Trichodactylus panoplus* (Decapoda: Brachyura: Trichodactylidae). **Nauplius** **17**(2): 97-100.
- SCHRAM F. R. & CASTRO, P. 2015. Introduction to 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**. Decapoda: Brachyura, Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology. Brill, Leiden & Boston. v9C-1, p.3-10.
- SEGADILHA, J. & SILVA-SOARES, T. 2015. Necrophagy on *Rhinella Ornata* (Anura: Bufonidae) by the crab *Trichodactylus fluviatilis* (Crustacea: Trichodactylidae) in Atlantic Rainforest mountains of state of Rio De Janeiro, Southeastern Brazil. **Herpetology Notes** **8**:429-431.
- SENKMAN, L. E.; NEGRO, C. L.; LOPRETTO, E. C. & COLLINS, P. A. 2015. Reproductive behaviour of three species of freshwater crabs of the family Trichodactylidae (Crustacea: Decapoda) including forced copulation by males. **Marine and Freshwater Behaviour and Physiology** **48**:77-88.
- SHARIFIAN, S. & KAMRANI, E. 2017. Feeding habits of the freshwater crab *Sodhiana iranica* from Southern Iran. **Acta Limnologica Brasiliensia** **29**:e16.
- SILVA, T. R.; ROCHA, S. S. & COSTA NETO, E. C. 2014. Relative growth, sexual dimorphism and morphometric maturity of *Trichodactylus fluviatilis* (Decapoda: Brachyura: Trichodactylidae) from Santa Terezinha, Bahia, Brazil. **Zoologia** **31**:20–27.
- SIMIONI, F.; CAMPOS, V. A.; DORADO-RODRIGUES, T. F.; PENHA, J. & STRÜSSMANN, C. 2014. Crab burrows and termite termal chimneys as refuges for anurans in a Neotropical wetland. **Salamandra** **50**(3):133-138.
- SKINNER, D. M. 1985. Molting and regeneration. *In*: BLISS, D. E. & MANTEL, L. H. eds. **The biology of Crustacea**. New York, Academic Press. v9, p.43–146.
- SPIVAK, E. D. & POLITIS, M. A. 1989. High incidence of limb autotomy in a crab population from a coastal lagoon in the province of Buenos Aires, Argentina. **Canadian Journal of Zoology** **67**:1976-1985.
- ŠTEVČIĆ, Z. 1971. The Main Features of Brachyuran Evolution. **Systematic Zoology** **20**:331-340.
- VIEIRA, R. R. R.; RIEGER, P. J.; CICHOWSKI, V. & PINHEIRO, M. A. A. 2013. Juvenile development of *Dilocarcinus pagei* Stimpson, 1861 (Brachyura, Trichodactylidae)

- reared in the laboratory, with emphasis on setae morphology. **Crustaceana** **86**:1644–1663.
- WEHRTMANN, I. S.; MAGALHÃES, C.; HERNÁEZ, P. & MANTELATTO, F. L. 2010. Offspring production in three freshwater crab species (Brachyura: Pseudothelphusidae) from the Amazon region and Central America. **Zoologia** **27**(6):965–972.
- WILLINER, V. CARVALHO, D. A. & COLLINS, P. A. 2014. Feeding spectra and activity of the freshwater crab *Trichodactylus kensleyi* (Decapoda: Brachyura: Trichodactylidae) at La Plata basin. **Zoological Studies** **53**(1):71
- WILLINER, V. Y. & COLLINS, P. A. 2002. Daily rhythm of feeding activity of a freshwater crab *Dilocarcinus pagei* in National Park. Río Pilcomayo, Formosa, Argentina. *In*: ESCOBAR-BRIONES, E. & ALVAREZ, F. eds. **Modern approaches to the study of Crustacea**. Argentina, Kluwer Academic and Plenum Publishers, p.103-113.
- WILLINER, V. & COLLINS, P. A. 2013. Feeding ecology of the freshwater crab *Trichodactylus borellianus* (Decapoda: Trichodactylidae) in the floodplain of the Paraná River, southern South America. **Latin American Journal of Aquatic Research** **41**(4):781-792.
- WILLINER, V.; TORRES, M. V.; CARVALHO, D. A & KÖNIG, N. 2014. Relative growth and morphological sexual maturity size of the freshwater crab *Trichodactylus borellianus* (Crustacea, Decapoda, Trichodactylidae) in the Middle Paraná River, Argentina. **ZooKeys** **457**:159–170.
- WU, H.; XUE, J. & CUMBERLIDGE, N. 2010. An extra embryonic phase in the true freshwater crab *Sinopotamon yangtsekiense* Bott, 1967 (Decapoda, Potamidae). **Chinese Journal of Oceanology and Limnology** **28**(4): 725-730.
- YEO, D. J.; PETER, K. L. N. G.; CUMBERLIDGE, N.; MAGALHÃES, C.; DANIELS, S. R. & CAMPOS, M. R. 2008. Global Diversity of Crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in Freshwater. **Hydrobiologia** **595**:275-286.
- ZIMMERMANN, B. L.; AUED, A.W.; MACHADO, S.; MANFIO, D.; SCARTON, L. P. & SANTOS, S. 2009. Behavioral repertory of *Trichodactylus panoplus* (Crustacea: Trichodactylidae) under laboratory conditions. **Zoologia** **26**(1):5-11.

4. 2 - Morfometria geométrica de juvenis de *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 (*Brachyura, Trichodactylidae*) coletados no Rio Pajeú, Pernambuco, Brasil.

Artigo científico a ser encaminhado a **Journal of Crustacean Biology**.

Todas as normas de redação e citação, doravante, atendem as estabelecidas pela referida revista, exceto o idioma.

https://academic.oup.com/jcb/pages/Author_Guidelines

**MORFOMETRIA GEOMÉTRICA DE JUVENIS DE *GOYAZANA CASTELNAUI*
H. MILNE-EDWARDS, 1853 (BRACHYURA, TRICHODACTYLIDAE)
COLETADOS NO RIO PAJEÚ, PERNAMBUCO, BRASIL.**

Anastácia Novaes de Carvalho Menezes¹ e Renata Akemi Shinozaki-Mendes¹

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

Correspondência: A. N. de C. Menezes; email: anastacia.ncmenezes@gmail.com

RESUMO

Com o objetivo de caracterizar os juvenis de *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 nos primeiros estágios de caranguejo, bem como analisar possíveis aspectos de dimorfismo sexual, foi realizado o estudo da morfometria geométrica de 162 juvenis coletados de dentro da câmara incubatória de uma fêmea capturada dentro de uma galeria as margens do Rio Pajeú, Município de Floresta, Pernambuco. Os indivíduos foram agrupados em dois morfotipos: MI para os animais com a extremidade anterior dos esternitos torácicos semicircular (90 juvenis) e MII para os juvenis que apresentam essa extremidade sutilmente triangular (72 juvenis). Para realizar o estudo da morfometria geométrica cada caranguejo teve a sua porção ventral e dorsal fotografadas, com os indivíduos paralelos ao plano. Foram digitalizados nas fotografias 21 marcos anatômicos da vista ventral e 07 semimarcos e 04 marcos da vista dorsal. Os marcos foram padronizados quanto à posição, ao tamanho de centróide e alinhados com base na análise de procrustes. Por meio das análises de componentes principais (PCA) observou-se que a PCA1 da vista dorsal explicou 36,5% da variação, que ocorreu, principalmente na região posterior e a anterolateral, enquanto a PCA2 representou 20,6%, com destaque para região anterior do cefalotórax dos juvenis. Para a visão ventral, a variância do PCA1 explicou 44,9% e a PCA2 12,1%, com variações tanto nos esternitos torácicos quanto pléon. Não houve diferença significativa entre os morfotipos nas Análises de Variância Canônica (CVA) e Discriminante (AD), apenas na comparação do tamanho do centróide da vista ventral ($p < 0,05$). O critério visual utilizado para identificação do sexo não foi suficiente para que as análises de morfometria geométrica determinassem diferenças significativas na morfologia dos indivíduos de *G. castelnaui* nos primeiros estágios de caranguejo.

Palavras-chave: Caranguejo de água doce, dimorfismo sexual, procrustes, Rio Pajeú, Semiárido de Pernambuco.

INTRODUÇÃO

O crescimento dos braquiúros ocorre por meio de ciclos de muda (ecdises) consecutivos caracterizados 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 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, 2015) 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 (Moraes, 2003), podendo descrever graficamente turnos relativos aos marcos, deformações dos diagramas de contorno ou modelos tridimensionais (Klingenberg, 2010). As análises morfométricas proporcionam 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 *et al.*, 2009). A espécie endêmica do Brasil *Goyazana castelnaui* H. Milne-Edwards, 1853 (Magalhães, 2003), é um dos caranguejos dulcícolas que apresentam atributos adequados para o uso dessas técnicas, principalmente pela escassa literatura carcinológica (Melo, 2003).

Com o objetivo de descrever a forma de *G. castelnaui* nos primeiros estágios de caranguejo e identificar possíveis aspectos de dimorfismo, foram utilizadas técnicas de morfometria geométrica para verificar a existência de diferentes padrões morfológicos que fossem capazes de distinguir os gêneros com base nas características apresentadas por indivíduos jovens e adultos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi registrada a presença de juvenis de *Goyazana castelnaui* dentro câmara incubatória (cavidade formada pelo pléon, esternitos e pleópodos) de uma fêmea capturada em uma galeria as margens do Rio Pajeú (08°39'20"S, 038°36'30"W), no município de Floresta, Sertão pernambucano, Brasil, em fevereiro de 2011, utilizando-se da técnica de “braceamento”, que consiste na introdução do braço dentro da toca para retirar os organismos de interesse com a mão (Magalhães *et al.*, 2011).

A fêmea capturada foi acondicionada viva em um recipiente contendo água do local de coleta e posteriormente transporta até o Laboratório de Biologia Pesqueira (LAPEq) da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAST/UFRPE), onde foi identificada segundo Magalhães (2003) e os juvenis retirados de sua câmara incubatória para mensurar os tamanhos máximo, mínimo, média e desvio padrão da largura do cefalotórax, sendo aferidos sob um microscópio estereoscópico com o uso de uma régua de 10 mm.

O estudo da morfometria geométrica foi realizado com uma amostra de 162 juvenis que foram classificados em dois morfotipos: I (MI) – 72 indivíduos com as extremidades anteriores dos esternitos torácicos semicircular, e II (MII) – com 90 indivíduos que apresentavam as extremidades anteriores dos esternitos torácicos sutilmente triangular. A hipótese desse trabalho baseia-se na premissa de que os animais classificados com MI possam ser fêmeas, devido à espécie apresentar a região ventral mais larga quando comparada aos machos, enquanto esses seriam classificados como MII.

Para o estudo da morfometria geométrica dos juvenis foram realizadas fotografias da porção dorsal e ventral dos exemplares disposto em posição anterolateral paralelo ao plano, utilizando uma câmera fotográfica acoplada a um microscópio estereoscópico binocular.

Com o auxílio programa TPSDig, versão 1.39 foram digitalizados 21 marcos anatômicos da vista ventral (analisar a forma do pléon e do esternitos torácicos) e 07 semimarcos e 04 marcos vista dorsal (análise para o cefalotórax) (Fig. 1), onde foram distribuídos estrategicamente nos pontos de curvatura máxima, além da determinação dos contornos da vista dorsal, utilizado o TPSUtil, versão 1.38 (Rohlf, 2006). Os marcos foram padronizados quanto à posição, ao tamanho de centróide e alinhados com base na análise de procurastes (Kendall, 1984). Foram geradas imagens em funções da

Flexão de Placas Finas (Thin-plate Splines Functions), utilizando o programa MorphoJ (Klingenberg, 2008) para avaliar mudanças em pontos de referência (Moraes, 2003).

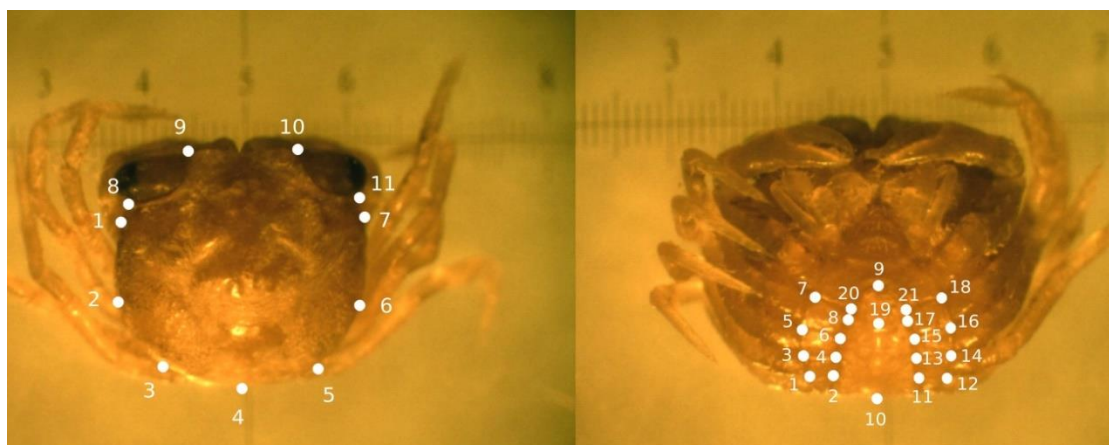


Figura 1. Localização dos marcos e semimarcos digitalizados na vista dorsal e ventral dos juvenis de *Goyazana castelnaui*.

Foi gerada uma matriz de covariância contendo os morfotipos como fatores. As Análises de Componentes Principais (PCA) e Variância Canônica (CVA) foram realizadas com 1000 permutações para encontrar as características da forma que melhor distinguem os juvenis (PCA) e os morfotipos (CVA), que foram determinados *a priori*, utilizando os testes da Distância de Mahalanobis (D^2) e da Distância de Procrustes. O Teste de Hotelling (T^2) foi utilizado para determinar as alocações corretas em cada morfotipo na AD. Para a comparação do tamanho do centroide, foi inicialmente utilizado método não paramétrico ANOVA Kruskal-Wallis, após constatada a não normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk, $p > 0,05$).

RESULTADOS

A fêmea de *G. castelnaui*, capturada dentro de uma galeria em barreiras arenosas a margem do rio, portava 412 juvenis, os quais apresentavam largura do cefalotórax variando entre 2,0 mm e 2,6 mm ($2,3 \pm 0,16$ mm). Deste total foram utilizados 162 juvenis íntegros para análise da morfometria geométrica.

Nas análises de componentes principais (PCA) o primeiro (PCA1) representou 36,5% da variância na vista dorsal e 44,9% na visão ventral, enquanto o segundo

componente (PCA2) representou 20,6% e 12,1% das variações das visões dorsal e ventral, respectivamente.

Para a visão dorsal, as principais variações da PCA1 encontram-se na região posterior (marcos 3, 4 e 5) e a anterolateral (marcos 1, 8, 7 e 11) e para PCA2 destacam-se as variâncias na região anterior (marcos 9 e 10) (Fig. 2). Na visão ventral, a variação entre os marcos foram mais significativas quando comparada a visão dorsal com a PCA1 apresentando variações na região posterior do pléon (marco 10) e na largura e comprimentos dos esternitos torácicos (todos os marcos dos esternitos torácicos) e PCA2 com variância em todos os marcos, com destaque principalmente no comprimento e largura do pléon e télson (Fig. 3).

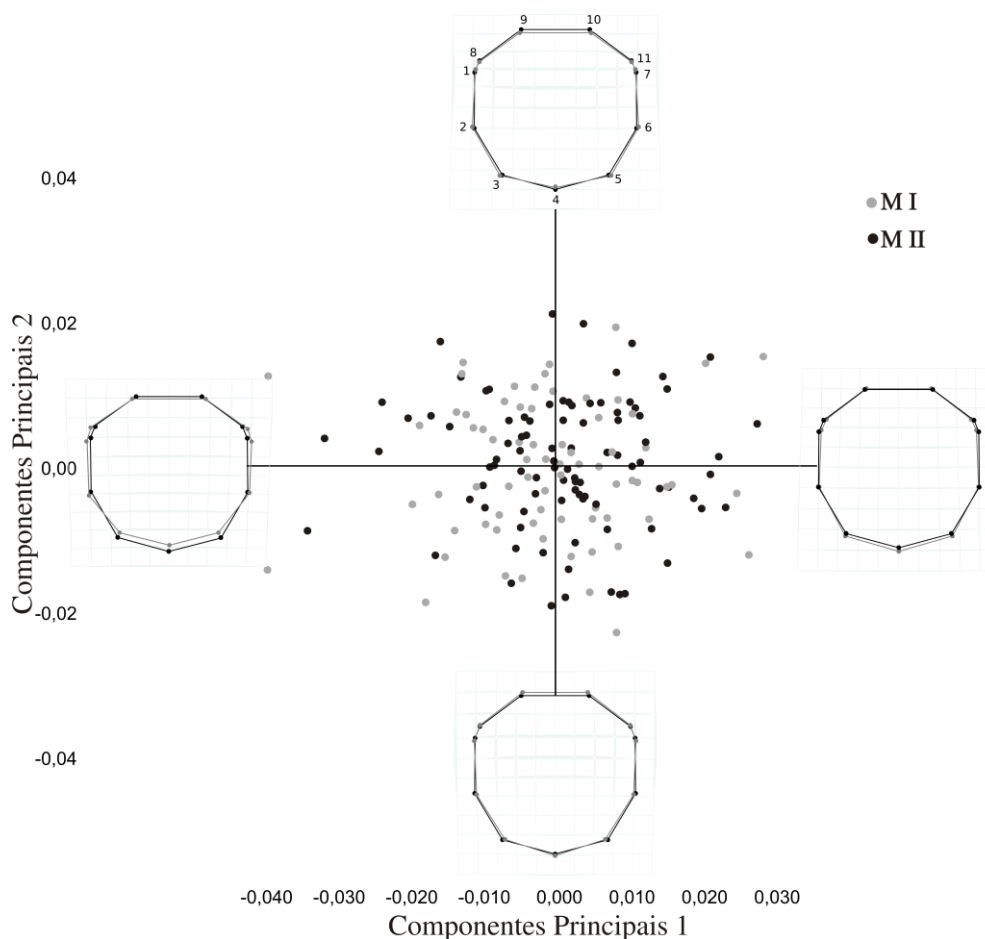


Figura 2. Flexão de placas finas da vista dorsal associadas às variações das análises dos primeiros (PCA1) e segundos (PCA2) componentes principais de *Goyazana castelnaui*. Os marcos em preto correspondem aos valores médios e em cinza as deformidades, enquanto os escores (círculos) cinzas são determinados para o morfotipo I (MI) e o preto para o morfotipo II (MII).

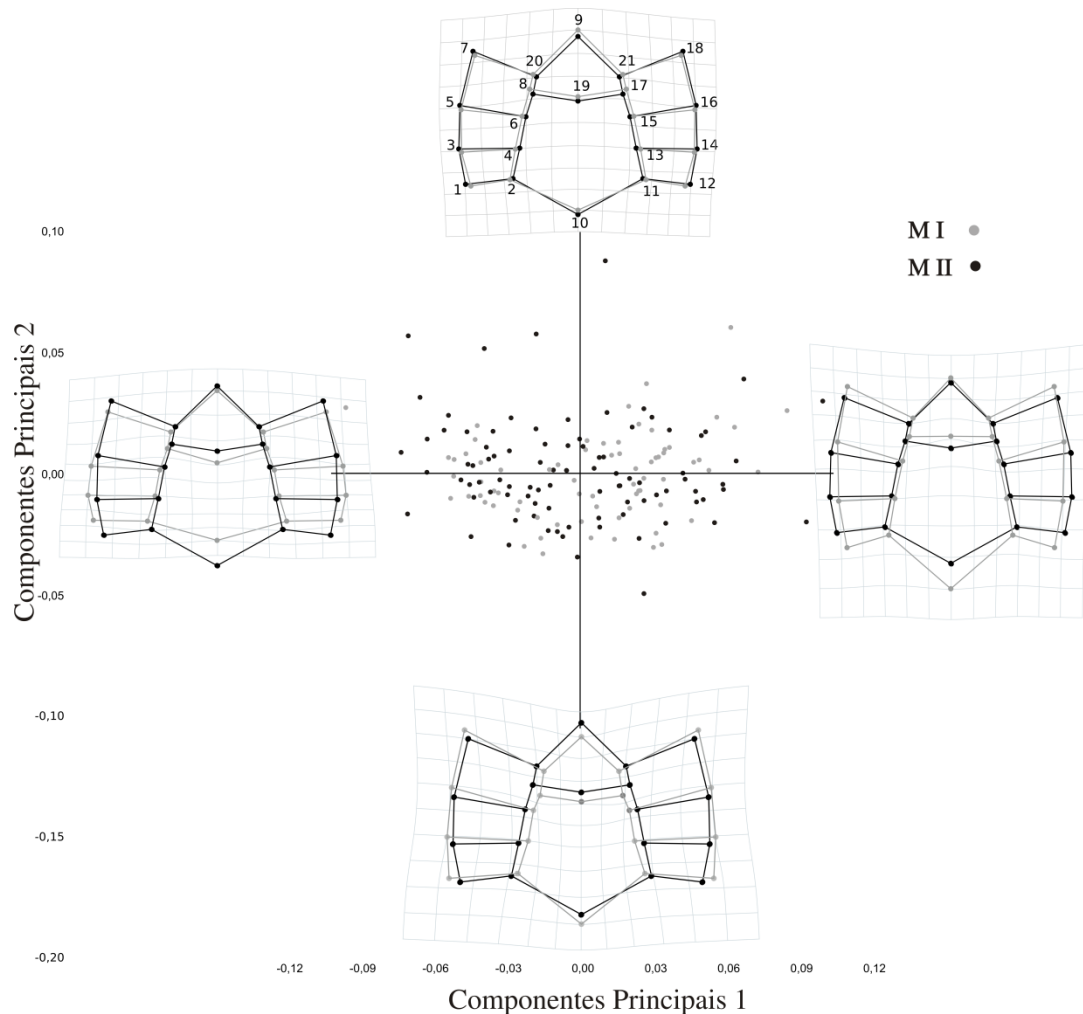


Figura 3. Flexão de placas finas da vista ventral associadas às variações das análises dos primeiros (PCA1) e segundos (PCA2) componentes principais de *Goyazana castelnaui*. Os marcos em preto correspondem aos valores médios e em cinza as deformidades, enquanto os escores (círculos) cinzas são determinados para o morfotipo I (MI) e o preto para o morfotipo II (MII).

Na Análise de Variância Canônica (CVA) para a visão dorsal, não houve diferença significativa entre os morfotipos com base na Distância de Mahalanobis ($p=0,2275$) e a Distância de Procrustes ($p=0,2492$). Mesmo existindo variações mais acentuadas entre os marcos da visão ventral, a Distância de Mahalanobis ($p=0,3282$) e de Procrustes ($p=0,2727$) também evidenciaram a não diferença significativa entre os morfotipos I e II.

Os resultados obtidos da Análise Discriminante (AD) através do teste de Hotelling (T^2) demonstram também não haver diferença significativa entre os morfotipos da visão dorsal ($p=0,2787$) e ventral ($p=0,4757$).

De acordo com a alocação da AD aplicada à região dorsal, dos 72 juvenis agrupados no morfotipo I, 40 seriam classificados como morfotipo I e 32 alocados para morfotipo II, enquanto os 90 indivíduos agrupados como morfotipo II, 40 seriam alocados para morfotipo I e 50 mantidos no II. A mesma análise foi aplicada para a região ventral, onde dos 72 juvenis agrupados como morfotipo I, 46 manteriam a classificação para morfotipo I e 26 alocados para o morfotipo II, e para o agrupamento dos 90 indivíduos classificados como morfotipo II, 57 se manteriam neste grupo e 33 seriam alocados para o morfotipo I.

Para comparar o tamanho do centróide entre os morfotipos foi utilizado o teste não paramétrico ANOVA Kruskal-WALLIS, uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal. A análise do tamanho do centróide demonstrou que não existe diferença significativa para a vista dorsal ($p=0,5329$), entretanto, a vista ventral apresentou diferença estatística ($p=0,0168$), com o menor centroide para o morfotipo II quando comparado ao I, indicando que há variação no tamanho, sem haver variação na forma.

DISCUSSÃO

O critério visual utilizado para identificação do sexo não foi suficiente para que as análises de morfometria geométrica determinassem diferenças significativas na morfologia dos indivíduos de *G. castelnaui* nos primeiros estágios de caranguejo (juvenis). O sexo da espécie *G. castelnaui* é diferenciado pela presença de pléon semicircular largo com quatro pares de pleópodos e um par de gonóporos localizado no sexto esternitos torácicos das fêmeas, e nos machos o pléon relativamente triangular e estreito e possuem gonopódios esguios e sinuosos, inseridos no primeiro somito abdominal (Magalhães, 2003). Contudo, essas características não foram claramente visíveis em juvenis encontrados aderidos à câmara incubatória, uma vez que a forma do pléon desses indivíduos é semelhante aos dos machos, mas com o ápice do télson mais convexo. Porém, com base nas análises realizadas nesse trabalho foi possível detectar variações existentes na porção da vista dorsal, principalmente na região posterior e anterolateral, e diferenças mais acentuadas para a vista ventral, destacando-se a região posterior do pléon e na largura e comprimentos dos esternitos torácicos, corroborando com a análise do tamanho do centróide que apontou diferença significativa para a região ventral.

As fêmeas braquiúras normalmente possuem pléon mais largo principalmente na maturidade, pois está associada às atividades reprodutivas, sendo esta característica mais acentuada para os caranguejos de água doce, pois apresentam cuidado parental mais prolongado quando comparados a outras espécies que habitam ecossistemas marinhos (Liu & Li, 2000; McLay & Becker, 2015).

Em estudo recente, Silva *et al.* (In press) verificaram as diferenças morfológicas entre fêmeas e machos, jovens e adultos, de *G. castelnaui* com a aplicação da técnica de morfometria geométrica para cefalotórax e pléon com a finalidade de identificar a existência de dimorfismos sexual e etário para a espécie. Segundo os autores, as fêmeas adultas apresentaram télson mais comprido e o IV Somito abdominal mais largo quando comparadas com fêmeas jovens e um formato mais abaulado do cefalotórax quando relacionadas os demais grupos estudados. Entretanto, os primeiros estágios de caranguejo não foram analisados por esses autores.

As fêmeas *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 também demonstraram um aumento do corpo, podendo esta ser associada com o desenvolvimento dos ovários, enquanto os machos desatracam-se pelo tamanho de seus quelípodos devido provavelmente ao comportamento agonístico (Alencar *et al.*, 2014). Segundo Marochi *et al.* (2015), as fêmeas de *Hepatus pudibundus* Herbst, 1785 não apresentaram apenas maiores dimensões na região posterior da carapaça, mas também demonstraram um maior aumento da parte posterior do dedo fixo do própodo dos quelípodos, podendo esta ser associada a limpeza dos ovos fixados na câmara incubatória.

As análises morfométricas também podem ser utilizadas para estudar conectividade populacional entre duas ou mais espécies, como no caso da investigação realizada por Torres *et al.* (2014) com *Zilchiopsis collastinensis* Pretzmann, 1968 e *Trichodactylus borellianus* Nobili, 1896, ou verificar as variações nas populações de uma única espécie habitando locais distintos como descrito por Trevisan & Masunari (2010) para a espécie *Aegla schmitti* Hobbs III, 1979.

Sugerimos que as análises realizadas nesse trabalho sejam repetidas para os juvenis de *G. castelnaui* atribuindo também o estudo da morfologia geométrica dos quelípodos, que são apêndices utilizados para determinação do sexo, e a verificação mais detalhada da cavidade abdominal, a fim de encontrar vestígios de órgão sexuais que possam aumentar os atributos de classificação, auxiliando na melhor alocação dos morfotipos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco – FACEPE (IBPG 1776-2.04/15) pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Projeto Universal 471219/2013-4) e pelo apoio financeiro para execução desse projeto.

REFERÊNCIAS

- Aiken, D.E. & Waddy, S.L. 1992. The growth process in crayfish. *Reviews in Aquatic Sciences*, **6**: 335–381.
- Alencar C.E.R.D., Lima-Filho P.A., Molina W.F. & Freire F.A.M. 2014. Sexual shape dimorphism of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda, Ucididae) accessed through geometric morphometric. *Scientific World Journal*, pp. 1–8.
- Kendall, D.G. 1984. Shape manifolds, procrustean metrics, and complex projective spaces. *Bulletin of the London Mathematic Society*, **16**: 81–121.
- Klingenberg, C.P. 2008. *Software MorphoJ*. Faculty of Life Sciences, University of Manchester, UK.
- Klingenberg, C.P. 2010. Evolution and development of shape: integrating quantitative approaches. *Nature Reviews Genetics*, **11**: 623 - 635 (2010)
- Lima, G.V. & Oshiro, M.Y. 2006. Crescimento somático do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) em laboratório. *Iheringia Série Zoologia*, Porto Alegre, 96: 467-472.
- Liu, C.H. & Li, C.W. 2000. Reproduction in the Fresh-water Crab *Candidiopotamon rathbunae* (Brachyura: Potamidae) in Taiwan. *Journal of Crustacean Biology*, **20**: 89-99.
- Magalhães, C. 2003. Brachyura: Pseudothelphusidae e Trichodactylidae. In: *Manual de Identificação dos Crustáceos Decápodos de Água Doce Brasileiros* (G.A.S. Melo ed.), pp.143-297. Edições Loyola, São Paulo, Brasil.
- Magalhães, H.F., Costa Neto, E.M. & Schiavetti, A. 2011. Fishing knowledge related to the catch of crabs (Decapoda: Brachyura) in the municipality of Conde, Bahia State. *Biota Neotropica*, **11**: 45-54.

- Marochi, M.Z., Trevisan, A., Gomes, F.B. & Masunari, S. 2015. Dimorfismo sexual em *Hepatus pudibundus* (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Iheringia, Série Zoologia*, pp. 1-6.
- McLay, C.L. & Becker, C. 2015. Reproduction in Brachyura. In: *Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology. Decapoda: Brachyura, Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology* (P. Castro, P.J.F. Davie, D. Guinot, F.R. Schram & J.C. von Vaupel Klein, eds.), vol. 9C-1, pp. 185–243. Brill, Leiden & Boston.
- Moraes, D.A. 2003. Morfometria geométrica e a “revolução na morfometria” localizando e visualizando mudanças na forma dos organismos. *Bioletim*, **3**: 1-5.
- Rohlf, F.J. 2006. *tpsDig, digitize landmarks and outlines, version 2.10*. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
- Rufino, M., Abelló, P. & Yule, A.B. 2009. Male and female carapace shape differences in *Liocarcinus depurator* (Decapoda, Brachyura): an application of geometric morphometric analysis to crustaceans. *Italian Journal of Zoology*, **71**: 79-83.
- Schram F.R. & Castro, P. 2015. Introduction to Brachyura. In: *Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology. Decapoda: Brachyura, Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology* (P. Castro, P.J.F. Davie, D. Guinot, F.R. Schram & J.C. von Vaupel Klein, eds.), vol. **9C-1**, pp. 3-10. Brill, Leiden & Boston.
- Silva, L.N., Souza, P.R.A & Shinozaki-Mendes, R.A. 2018. Dimorfismo sexual e alometria ontogenética em *Goyazana castelnaui* (CRUSTACEA: BRACHYURA). *Iheringia Série Zoologia*, Porto Alegre, *In press*.
- Torres M.V, Collins P.A & Giri F. 2014. Morphological variation of freshwater crabs *Zilchiopsis collastinensis* and *Trichodactylus borellianus* (Decapoda, Trichodactylidae) among localities from the middle Paraná River basin during different hydrological periods. *ZooKeys*, **457**: 171–186.
- Trevisan, A. & Masunari, S. 2010. Geographical distribution of *Aegla schmitti* Hobbs III, 1979 (Decapoda Anomura Aeglididae) and morphometric variations in male populations from Paraná State, Brazil. *Nauplius*, **18**: 45-55.

5. Conclusões

Concluimos que a espécie *Goyazana castelnaui* apresentou de maneira geral indícios de padrões comportamentais e morfológicos que corroboram com as descrições para as demais espécies de braquiúros de água doce, como por exemplo: hábito anfíbio e noturno, comportamento críptico, dieta onívora, cuidado parental, desenvolvimento embrionário direto, multifuncionalidade dos apêndices torácicos e dimorfismo sexual principalmente dos quelípodos e do pléon.

Os pereiópodos locomotores e os maxilípedes mostraram-se ainda mais importantes e diversificados em relação as suas funções básicas de locomoção e de auxílios as mandíbulas, pois além de serem utilizados com apêndices compensatórios na busca e captura do alimento na ausência dos quelípodos, foram atuantes durante o acasalamento.

O pléon foi extremamente importante nas atividades reprodutivas de *G. castelnaui*, auxiliando na proteção dos órgãos reprodutivos e como parte constituinte da câmara incubatória, bem como mecanismo de sinalização de receptividade nas fêmeas e assistência para os machos acessarem os gonóporos de suas parceiras.

O critério visual utilizado para categorizar os morfotipos não foi suficiente para que as análises de morfometria geométrica determinassem diferenças significativas na morfologia de *G. castelnaui* nos primeiros estágios de caranguejo (juvenis), necessitando atribuir mais parâmetros morfológicos para que esses animais sejam alocados em grupos mais homogêneos de acordo com suas características morfológicas. A morfometria geométrica dos juvenis apresentou pouca variação na forma tanto na vista dorsal quanto na ventral, não sendo possível diferenciar machos de fêmeas.

O cultivo de *G. castelnaui* em laboratório mostrou-se viável por necessitar basicamente de manutenção semanal dos aquários, aeração e alimentação para os indivíduos, além de facilitar a observação comportamental e auxiliar na conservação da espécie, que por mais que esteja categorizada com o nível de extinção “pouco preocupante”, segundo os critérios de avaliação regional da IUCN (2003), as populações que habitam o Rio Pajéu no Município de Floresta – PE, podem está sendo diretamente afetadas pela degradação do ambiente, devido as atividades antrópicas que ocorrem no local e aos longos períodos de estiagem na região Semiárido de Pernambuco.

APÊNDICES

Apêndice A – Registros dos espécimes de *Goyazana castelnaui* em ambiente natural e laboratório

Figuras 1-6. 1, Caranguejo macho fora da água; 2, Galeria de *G. castelnaui* construída na margem do Rio Pajeú; 3, Fêmea portando ovos na câmara incubatória; 4, Fêmea com juvenis nos primeiros estágios de caranguejo; 5, Caranguejo emerso aderido ao substrato; e 6, Fêmea alimentando-se em cativeiro.



Fonte: MENEZES, 2017.

Apêndice B – Registros dos caranguejos de *Goyazana castelnaui* utilizados no estudo da capacidade regenerativa

Figuras 1-3. 1, Fêmea adulta antes (da esquerda para direita) e depois de realizar a muda que ocasionou a deformidade abdominal e perda de pereiópodos do lado direito; 2, Macho jovem antes (da esquerda para direita) e depois da regeneração de quatro pereiópodos; e 3, Fêmea capturada com perfuração na carapaça e posteriormente com fechamento parcial da lesão.



Fonte: MENEZES, 2017.

ANEXOS

Anexo A – Instruções aos Autores: Iheringia, Série Zoologia

(Artigo I)

O periódico **Iheringia, Série Zoologia**, editado pelo Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, destina-se a publicar trabalhos completos originais em Zoologia, com ênfase em taxonomia e sistemática, morfologia, história natural e ecologia de comunidades ou populações de espécies da fauna Neotropical recente. Notas científicas não serão aceitas para publicação. Em princípio, não serão aceitas listas faunísticas, sem contribuição taxonômica, ou que não sejam o resultado de estudos de ecologia ou história natural de comunidades, bem como chaves para identificação de grupos de táxons definidos por limites políticos. Para evitar transtornos aos autores, em caso de dúvidas quanto à adequação ao escopo da revista, recomendamos que a Comissão Editorial seja previamente consultada. Também não serão aceitos artigos com enfoque principal em Agronomia, Veterinária, Zootecnia ou outras áreas que envolvam zoologia aplicada. Manuscritos submetidos fora das normas da revista serão devolvidos aos autores antes de serem avaliados pela Comissão Editorial e Corpo de Consultores.

Os artigos aceitos para a publicação se tornam propriedade da revista.

1. Submeter o manuscrito eletronicamente através do site: <http://submission.scielo.br/index.php/isz>.

2. Os manuscritos serão analisados por, no mínimo, dois consultores. A aprovação do trabalho, pela Comissão Editorial, será baseada no conteúdo científico, respaldado pelos pareceres dos consultores e no atendimento às normas. Alterações substanciais poderão ser solicitadas aos autores, mediante a devolução dos arquivos originais acompanhados das sugestões.

3. O teor científico do trabalho é de responsabilidade dos autores, assim como a correção gramatical.

4. O manuscrito, redigido em português, inglês ou espanhol, deve ser impresso em papel A4, em fonte “Times New Roman” com no máximo 30 páginas numeradas (incluindo as figuras) e o espaçamento duplo entre linhas. Manuscritos maiores poderão ser negociados com a Comissão Editorial.

5. Os trabalhos devem conter os tópicos: título; nomes dos autores (nome e sobrenome por extenso e demais preferencialmente abreviados); endereço completo dos

autores, com e-mail para contato; abstract e keywords (máximo 5) em inglês; resumo e palavras-chave (máximo 5) em português ou espanhol; introdução; material e métodos; resultados; discussão; agradecimentos e referências bibliográficas. As palavras-chave não deverão sobrepor com aquelas presentes no título.

6. Não usar notas de rodapé.

7. Para os nomes genéricos e específicos usar itálico e, ao serem citados pela primeira vez no texto, incluir o nome do autor e o ano em que foram descritos. Expressões latinas também devem estar grafadas em itálico.

8. Citar as instituições depositárias dos espécimes que fundamentaram a pesquisa, preferencialmente com tradição e infraestrutura para manter coleções científicas e com políticas de curadoria definidas.

9. Citações de referências bibliográficas no texto devem ser feitas em Versalete (caixa alta reduzida) usando alguma das seguintes formas: BERTCHINGER & THOMÉ (1987), (BRYANT, 1915; BERTCHINGER & THOMÉ, 1987), HOLME et al. (1988).

10. Dispor as referências bibliográficas em ordem alfabética e cronológica, com os autores em Versalete (caixa alta reduzida). Apresentar a relação completa de autores (não abreviar a citação dos autores com “et al.”) e o nome dos periódicos por extenso. Alinhar à margem esquerda com deslocamento de 0,6 cm. Não serão aceitas citações de resumos e trabalhos não publicados.

Exemplos:

BERTCHINGER, R. B. E. & THOMÉ, J. W. 1987. Contribuição à caracterização de *Phyllocaulis soleiformis* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Veronicellidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 4(3):215-223.

BRYANT, J. P. 1915. Woody plant-mammals interactions. In: ROSENTHAL, G. A. & BEREMBAUM, M. R. eds. *Herbivores: their interactions with secondary plants metabolites*. San Diego, Academic. v.2, p.344-365.

HOLME, N. A.; BARNES, M. H. G.; IWERSON, C. W. R.; LUTKEN, B. M. & MCINTYRE, A. D. 1988. *Methods for the study of marine mammals*. Oxford, Blackwell Scientific. 527p.

PLATNICK, N. I. 2002. *The world spider catalog, version 3.0*. American Museum of Natural History. Disponível em: <<http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog81-87/index.html>>. Acesso em: 10.05.2002.

11. As ilustrações (desenhos, fotografias, gráficos e mapas) são tratadas como figuras, numeradas com algarismos arábicos sequenciais e dispostas adotando o critério

de rigorosa economia de espaço e considerando a área útil da página (16,5 x 24 cm) e da coluna (8 x 24 cm). A Comissão Editorial reserva-se o direito de efetuar alterações na montagem das pranchas ou solicitar nova disposição aos autores. As legendas devem ser autoexplicativas. Ilustrações a cores implicam em custos a cargo dos autores. As figuras devem ser encaminhadas apenas em meio digital de alta qualidade (ver item 16).

12. As tabelas devem permitir um ajuste para uma (8 cm) ou duas colunas (16,5 cm) de largura, ser numeradas com algarismos romanos e apresentar título conciso e autoexplicativo.

13. Figuras e tabelas não devem ser inseridas, somente indicadas no corpo do texto.

14. A listagem do material examinado deve dispor as localidades de Norte a Sul e de Oeste a Leste e as siglas das instituições compostas preferencialmente de até 4 letras, segundo o modelo abaixo:

VENEZUELA, Sucre: San Antonio del Golfe, (Rio Claro, 5o57'N 74o51'W, 430m) 5 ♀, 8.VI.1942, S. Karpinski col. (MNHN 2547). PANAMÁ, Chiriquí: Bugaba (Volcán de Chiriquí), 3 ♂, 3 ♀, 24.VI.1901, Champion col. (BMNH 1091). BRASIL, Goiás: Jataí (Fazenda Aceiro), 3 ♂, 15.XI.1915, C. Bueno col. (MZSP); Paraná: Curitiba, ♀, 10.XII.1925, F. Silveira col. (MNRJ); Rio Grande do Sul: São Francisco de Paula (Fazenda Kraeff, Mata com Araucária, 28o30'S 52o29'W, 915m), 5 ♂, 17.XI.1943, S. Carvalho col. (MCNZ 2147).

15. Recomenda-se que os autores consultem um artigo recentemente publicado na Iheringia Série Zoologia para verificar os detalhes de formatação.

16. Enviar o arquivo de texto em Microsoft Word (*.doc) ou em formato “Rich Text” (*.rtf). Para as imagens utilizar arquivos Bitmap TIFF (*.tif) e resolução mínima de 300 dpi (fotos) ou 600 dpi (desenhos em linhas). Enviar as imagens nos arquivos digitais independentes (não inseridas em arquivos do MS Word, MS Power Point e outros), nomeados de forma autoexplicativa (e. g. figura01.tif). Gráficos e tabelas devem ser inseridos em arquivos separados (Microsoft Excel para gráficos e Microsoft Word ou Excel para tabelas). Para arquivos vetoriais utilizar formato Corel Draw (*.cdr).

17. Para cada autor será fornecido um exemplar da revista. Os artigos também estarão na página do Scientific Electronic Library Online, SciELO/Brasil, disponível em www.scielo.br/isz.

Não há taxa para submissão e avaliação de artigos.

Anexo B – Instruções aos Autores: Journal of Crustacean Biology (Artigo II)

Scope

The *Journal of Crustacean Biology* (*JCB*) is the official journal of The Crustacean Society. *JCB* is a peer-reviewed, bimonthly scientific journal containing articles of broad interest on the biology of crustaceans and other marine arthropods, biographies of renowned carcinologists, and pertinent announcements. Articles are published in English only.

Editor-in-Chief

Peter Castro (California Polytechnic University, Pomona, CA, USA);
e-mail: jcb@cpp.edu

Ethical and Legal Conditions

Authors should observe high standards with respect to publication ethics as set out by the Commission on Publication Ethics (COPE). Falsification or fabrication of data, plagiarism, including duplicate publication of the authors' own work without proper citation, and misappropriation of the work are all unacceptable practices. Any cases of ethical misconduct are treated very seriously and will be dealt with in accordance with the COPE guidelines.

Submissions

Authors are asked to submit their manuscript online via the Editorial Manager (EM) online submission system at <http://jcb.edmgr.com/>. First-time users of the EM site need to register first. Go to the website and click on the "Register Now" link in the login menu. Enter the information requested.

Select e-mail as your preferred method of contact when you register. Upon successful registration, you will receive an e-mail message containing your Username and Password. If you should forget your Username and Password, click on the "Send Username/Password" link in the login section, and enter your first name, last name, and e-mail address exactly as you had entered it when you registered. Your access codes will then be e-mailed to you.

Prior to submission, authors are encouraged to read these Instructions for Authors. When submitting via the website, you will be guided step-by-step through the creation and uploading of the various files. A revised document is uploaded the same way as the initial submission. The system automatically generates an electronic (PDF) proof, which is then sent for reviewing purposes. All correspondence, including the editor's request for revision and final decision, is sent by e-mail.

The editorial board strives to keep the reviewing process as short as possible and hopes to inform the author of a decision within two months after submission. We nevertheless have little control over the speed of our reviewers once they agree to take up the task.

Peer Review

All submissions to the journal are initially reviewed by one of the Editors. At this stage manuscripts may be rejected without peer review if it is felt that they are not of high enough quality or not relevant to the journal. This fast rejection process means that authors are given a quick decision and do not need to wait for the review process.

Manuscripts that are not instantly rejected are sent out for peer review, usually to at least two independent reviewers. Based on the feedback from these reviewers and the Editors' judgment a decision is given on the manuscript.

If a manuscript is not acceptable in its present form, we will pass on suggestions for revisions to the author.

For information on the journal's review process or a manuscript's progress, please check the EM site or contact the Managing Editor at jcb.editorialoffice@oup.com.

Language

The *Journal of Crustacean Biology* accepts American or British spelling, which must be consistently applied throughout. Metric units of measurement are to be used. Authors whose native language is not English must take particular care. Poorly constructed English texts will only delay processing of a submission. We recommend that such authors either involve a native speaker, someone who is highly proficient in writing scientific English, or consult an organization for editing assistance (please see Language Editing below).

Language Editing

Language editing does not guarantee that your manuscript will be accepted for publication. Please click [here](#) for further information on this service. Several specialist language editing companies offer similar services and you can also use any of these. Authors are liable for all costs associated with such services.

Manuscript Structure

Format and Style of Manuscripts

The text should be concise and clear, and contain no footnotes. The original of the manuscript must be double-spaced, leaving margins of at least one inch. Use triple space above headings. Number pages consecutively at the top right-hand corner. Manuscripts must be uploaded in Word format using 12 pt Times-New Roman font. Correspondence regarding the format and style of manuscripts should be sent to the Editor-in-Chief.

Manuscripts must strictly conform to *JCB* format and style. Please consult a *JCB* number published starting in 2017 or later. The sequence of material should be: running head (in capital letters, starting with name of author or authors plus *et al.*, and an abbreviated title), Title (centered, in bold), Author(s) (all centered: first name in full plus surname, affiliation, address including postal code; e-mail address for corresponding author below following "*Correspondence*"), Abstract, Key Words (in alphabetical order and not repeating any terms appearing in title), Text, Acknowledgements, References, figure legends.

The abstract should not exceed one doubled-spaced page. It should include: 1) the reason for undertaking the research, 2) a summary of important findings, and 3) implications of these findings.

All generic and binomial names must be in italics and followed by the authority. Reference for the authorities of genera and species of Crustacea, but not of suprageneric taxa, must also be included in References. Articles focusing on areas such as biochemical processes, genetics, genomics, and physiology are not required to supply the references for taxonomic authorities unless stipulated by the Editor-in-Chief.

Any descriptions of single species must be accompanied by discussions or reviews that apply information gained from the new species to broader questions of systematics/phylogeny, biogeography/ecology, and/or comparative biology. Unless

justified, the authors of new taxa should not exceed three, and the authors of the article describing such taxa should be the same. New names of taxa must be proposed in accordance with the relevant Articles of the International Code of Zoological Nomenclature and with due attention to the Code's Appendix A (Code of Ethics) and Appendix B (General Recommendations, particularly concerning the establishment and formation of new names). Descriptions must be in telegraphic style.

All publications referred to in the text must be listed in the References. References of three or more authors will be cited in the text using the surname of the first author followed by “*et al.*” Titles in the References must be arranged alphabetically by the surname of the first author followed by initials (no space between initials) and, if two or more authors, listed alphabetically by second author, not chronologically. Titles of periodicals must be written in full and in italics, followed by a comma and volume number in bold, with en-dashes (“–”) between page numbers, as follows:

Wehrtmann, I. S., Magalhães, C. & Orozco, M. 2014. Freshwater crabs in Lake Atitlán, Guatemala: not a single-species fishery. *Journal of Crustacean Biology*, 34: 123–125. [cited as “Whertmann *et al.* (2014)” or “(Whertmann *et al.*, 2014)” in text]

Book titles must be in *italics*, followed by publisher and city and pagination, as follows.

Boxshall, G.A. & Halsey, S.H. 2004. *An introduction to copepod diversity*. The Ray Society, London. [cited as “Boxshall & Halsey (2004)” or “(Boxshall & Halsey, 2004)” in text]

Articles in a book as follows:

Herreid, C.F. & Full, R.J. 1988. Energetics and locomotion. In: *Biology of the land crabs* (W.W. Burggren & B.R. McMahon, eds.), pp. 337–377. Cambridge University Press, Cambridge, UK. [cited as “Herreid & Full (1988)” or “(Herreid & Full, 1988)” in text]

Figures and Tables

Figure and table files must be uploaded separately onto the Editorial Manager site of *JCB* at the same time as the submission of the manuscript (see above). All table and figure captions must be self-explanatory and not include reference to the manuscript text. Please send figures as .tiff files (.jpg, .jpeg, or .eps files are not acceptable) at a resolution of 600 dpi for line art and 300 dpi for photo art. Table files must be in Word

format. All figures and tables should be cited in the main text. The approximate positions of figures and tables, as desired, must be indicated in the text file.

Figures must be in final form for printing, and all lettering should be of professional quality and be provided by the author(s). Multiple components of figures should be designated in uppercase letters. Figure captions for all illustrations should be printed together on one or more separate pages and should always mention the name(s) of the species concerned, if relevant.

For more detailed information on how to submit figure files, please see the Oxford Journals page on figures:

<https://academic.oup.com/journals/pages/authors/figures>. You can also send queries about figure files to jcb.editorialoffice@oup.com.

Headings and format of tables should be consistent. Vertical rules should be avoided. Tables ought to be kept to a minimum. Each table should start on a separate page, be provided with a concise but clear heading, and be numbered with an Arabic numeral.

Supplementary Data

Submit all material to be considered as Supplementary Material online at the same time as the main manuscript. Ensure that the supplementary material is referred to in the main manuscript at an appropriate point in the text. Supplementary files will not appear in the printed article but will be available to readers on the *JCB* website and should be uploaded at this time, so authors should ensure that these files are clearly and succinctly presented, and that the style conforms with the rest of the article. Also ensure that the presentation will work on any Internet browser. It is not recommended for the files to be more than 2 MB each, although exceptions can be made at the editorial office's discretion.

Publication Costs

Page charges (£75/US\$120/€90) are optional for TCS members, mandatory for non-members. To qualify for the page-charges waiver, at least half of the authors of a manuscript must be members at the time of submission. All authors are nevertheless required to pay for color figures appearing in the printed version (£220/US\$350/€264 per figure). Color figures are free for the online version.

Proofs

Authors will receive a link to the PDF proof of their manuscript on our online system by email, so it is essential that a current email address is supplied with all manuscripts. Proofing instructions will accompany the PDF file but the proof should be checked immediately upon receipt and uploaded in accordance with the instructions. Only essential corrections should be made at the proof stage.

The Editor-in-Chief receives the PDF proof, corrected by the author, to verify the author's corrections and add any additional corrections that might be needed.

Accepted manuscripts arrive at OUP and go through the production process until the final versions are ready to publish. These are then published on an Advance Access page, remaining on this page until the issue that they are assigned to is published.

Offprints

All contributors of published articles will have free online access to the PDF and HTML version of their article, to which links can be created from an institutional or firm website.

Authors of accepted articles can order article offprints during the publication process. All authors are sent an individual link (after acceptance) to the Author Services site, where they are able to order offprints and single issues.

Copyrights and Consent to Publish

Transfer of Copyright

By submitting a manuscript, the author agrees that the copyright for the article is transferred to The Crustacean Society if and when the article is accepted for publication. For that purpose the author needs to sign online the License to Publish that will be sent via a link in the "Welcome Email" to the author when the article is first entered into production at Oxford University Press.

Third-Party Copyrights

In order to reproduce any third-party material, including tables, figures, or images, in an article, authors must obtain permission from the copyright holder and be compliant with any requirements the copyright holder may have pertaining to this reuse.

When seeking to reproduce any kind of third party material authors should request the following:

- nonexclusive rights to reproduce the material in the specified article and journal
- print and electronic rights, preferably for use in any form or medium
- the right to use the material for the life of the work
- worldwide English-language rights

It is particularly important to clear permission for use in both the print and online versions of the journal, and we are not able to accept permissions which carry a time limit because we retain journal articles as part of our online journal archive. Further guidelines on clearing permissions can be found [here](#).

If you will be publishing your paper under an Open Access license but it contains material for which you do not have Open Access reuse permissions, please state this clearly by supplying the following credit line alongside the material:

Title of content

Author, Original publication, year of original publication, by permission of [rights holder]

Conflict of Interest

Oxford University Press requires declaration of any conflict of interest upon submission online. If the manuscript is published, conflict of interest information will be communicated in a statement in the published paper.

Permissions and Self-Archiving

<http://www.oxfordjournals.org/en/access-purchase/rights-and-permissions.html>

<http://www.oxfordjournals.org/en/access-purchase/rights-and-permissions/self-archiving-policyc.html>

Open Access

Journal of Crustacean Biology authors have the option to publish their article under the Oxford Open initiative, whereby, for a charge, their paper will be made freely available online immediately upon publication.

After your manuscript is accepted, the corresponding author will be required to accept a mandatory license to publish agreement. As part of the licensing process you

will be asked to indicate whether or not you wish to pay for open access. If you do not select the open access option, your paper will be published with standard subscription-based access and you will not be charged.

Licenses

Authors publishing in *Journal of Crustacean Biology* can use the following licenses for their articles:

- Creative Commons Attribution license (CC BY)
- Creative Commons Non-Commercial license (CC BY-NC)

Please click [here](#) for more information about Creative Commons licenses.

We also offer the UK Crown copyright and US Government license options.

Charges

The open access charges are as follows:

- TCS member charge: £1470 / \$2352 / €1852
- Regular charge: £1838 / \$2940 / €2315
- Reduced Rate Developing country charge*: £919 / \$1470 / €1158
- Free Developing country charge*: £0 / \$0 / €0

*Visit our [developing countries](#) page (click here for a list of qualifying countries).

You can pay open access charges using our Author Services site. This will enable you to pay online with a credit/debit card, or request an invoice by email or post.

Please note that if an author elects to publish Open Access, page charges do not apply and the author will be eligible for one free color figure.

Orders from the UK will be subject to the current UK VAT charge. For orders from the rest of the European Union, OUP will assume that the service is provided for business purposes. Please provide a VAT number for yourself or your institution, and ensure you account for your own local VAT correctly.