# RELATÓRIO FINAL
# PROJETO DE PÓS-DOUTORADO

**(FAPESP PROC. Nº 2015/09020-0)**

# Diversidade e distribuição geográfica de camarões corruptos (Infraordens Axiidea e Gebiidea), ao longo do litoral brasileiro: uma aproximação ecológica aos padrões biogeográficos de distribuição

**Dr. Patricio Alejandro Hernáez Bové**
**Bolsista**

**Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro**
**Supervisor**

**SÃO VICENTE / SP**
**2018**



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

**Participantes**

Bolsista : Dr. Patricio Alejandro Hernáez Bové

Supervisor: Prof. Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

Colaboradores: Juliana P.P. Rio, Akeme M.F. Matsunaga, Michael J. Hereman, Camila E.R. Pimenta, Márcio C.A. João, Michel T. Angeloni

**Processo Fapesp**

nº 2015/09020-0

**Projeto de pesquisa**

Diversidade e distribuição geográfica de camarões corruptos (Infraordens Axiidea e Gebiidea), ao longo do litoral brasileiro: uma aproximação ecológica aos padrões biogeográficos de distribuição.

**Instituição sede**

Universidade Estadual Paulista – UNESP, Instituto de Biociências – IB, Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos – CRUSTA, Câmpus do Litoral Paulista, Praça Infante Dom Henrique, s/nº, Parque Bitaru, CEP 11330-900, São Vicente, SP, Brasil.

**Período de vigência**

01 de outubro de 2015 a 30 de setembro de 2018

**Relatório científico**

10 de novembro de 2018

**Prestação de contas**

10 de outubro de 2018

**Permissão de coleta SISBIO/ICMBio/MMA**

nº 51.578-1; nº 58845-1



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação da Publicação Serviço de Documentação Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista

Hernáez Bové, Patricio Alejandro

Diversidade e distribuição geográfica de camarões corruptos (Infraordens Axiidea e Gebiidea), ao longo do litoral brasileiro: uma aproximação ecológica aos padrões biogeográficos de distribuição.

São Vicente, 2018

124 p.

Relatório Final, Projeto de Pós-Doutorado FAPESP proc. Nº 2015/09020-0.

Supervisor: Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

1. Camarões corruptos. 2. Taxonomia. 3. Distribuição. 4. Biogeografia. 5. Costa de Brasil.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## AGRADECIMENTOS

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo** (**FAPESP/Brasil**) por providenciar os recursos financeiros necessários para o correto desenvolvimento do presente projeto de pós-doutorado. Ao **Instituto de Biociências (IB)**, **Câmpus do Litoral Paulista (CLP)**, da **Universidade Estadual Paulista 'Julio de Mesquita'** (**UNESP)**, em São Vicente (SP) – Brasil, por brindar todo o apoio institucional, seja quanto a infraestrutura física ou pessoal administrativo, para o satisfatório andamento do presente projeto de pesquisa.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro**, quem me brindou a oportunidade de apresentar a presente proposta científica e me apoiou grandemente durante todo o andamento do meu projeto de pós-doutorado. Ao equipe de trabalho do **Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos** (**CRUSTA**) da UNESP IB/CLP – **Akeme M. F. Matsunaga**, **Camila E. R. Pimenta**, **Carolina A. de Souza**, **Juliana P. P. Rio**, **Marcio C. A. João**, **Michel T. Angeloni**, **Michael J. Hereman** – que me brindaram sua amizade sincera durante os três anos deste pós-doutorado (2015-2017). Especiais agradecimentos à mestranda **Juliana P. P. Rio** e a Srta. **Lina Ferraz**, por seu desprendimento em me ajudar durante a expedição realizada ao litoral sul e norte, respectivamente, da costa brasileira.

Ao **Prof. Dr. Wagner C. Valenti**, diretor da UNESP IB/CLP, por me brindar com todo o apoio institucional necessário ao desenvolvimento de meu projeto de pós-doutorado, assim como ao seu sucessor, **Prof. Dr. Marcos A. Oliveira**, durante o período iniciado em 12/2015 até a presente data. As secretárias do Instituto de Biociências da UNESP IB/CLP, em especial às **Sras. Denise Valle**, **Fabiana Cerqueira** e **Hana Yamanaka**, e o **Sr. Gabriel Aquino** por toda a sua amizade a pela ajuda durante todo o meu pós-doutorado, principalmente na organização dos trâmites legais na hora de normalizar uma série de documentos. Agradecimentos a todos os professores da UNESP IB/CLP por sua amizade e gentileza durante meu estágio nesta unidade acadêmica.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## SUMÁRIO

**RESUMO INICIAL** .....06

**RESUMO PARCIAL** .....07

**RESUMO FINAL** .....08

**FINAL ABSTRACT** .....10

**ENUNCIADO DO PROBLEMA** .....12

**OBJETIVOS** .....14

Objetivo geral .....14

Objetivos específicos .....14

**REFERÊNCIAS** .....15

**PRIMEIRO CAPÍTULO**

"Camarões-fantasma (Callianassidae) e lagostas-de-lama (Axianassidae, Upogebiidae) intertidais da costa de Brasil: observações taxonômicas e chave de identificação" .....19

**SEGUNDO CAPÍTULO**

"Gradiente latitudinal da riqueza de espécies e regra de Rapoport em camarões corruptos da costa de Brasil" .....73

**TERCEIRO CAPÍTULO**

"Variação latitudinal da abundância populacional e história de vida em camarões corruptos intertidais (Axiidea-Gebiidea) ao longo da costa do Brasil" .....93

**DISSEMINAÇÃO DOS RESULTADOS PERIODO 2015-18**

Apresentações em Congressos .....117

Trabalhos publicados .....118

**OUTRAS ATIVIDADES DURANTE PERIODO 2015-18**

Coorientações concluidas .....121

Membro em banca avaliadora .....121

Participação em disciplina .....122

Avaliador em congressos .....123

**COMENTÁRIOS FINAIS (ESPANHOL)** .....124



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## RESUMO INICIAL

Os camarões corruptos são classificados como engenheiros ecossistêmicos, por possuírem capacidade de modificação, manutenção e/ou criação de habitats, o que lhes confere relevância na construção estrutural da comunidade em habitats aquáticos pouco profundos. A informação sobre a diversidade e distribuição geográfica dos camarões corruptos do litoral de Brasil ainda é escassa, sendo vinculadas, principalmente, às regiões norte e nordeste do Brasil. Algumas investigações têm propiciado a confecção de uma listagem das espécies destes camarões, mas o conhecimento geral da distribuição geográfica deste grupo ao longo do litoral de Brasil é ainda bastante limitado. Baseado em um plano de coleta latitudinal, que abrangerá todo o litoral do Brasil, o presente projeto propõe examinar a diversidade e distribuição geográfica das diferentes espécies de camarões corruptos das infraordens Axiidea e Gebiidea. Além disso, espera-se obter importante informação populacional (p.ex., proporção sexual e presença de fêmeas ovígeras) para cada uma das espécies estudadas, correlacionando sua história de vida ao seu padrão latitudinal de distribuição geográfica na costa brasileira, além da estimativa de sua densidade (contagem do número de galerias) e coleta de material biológico, com amostragem de exemplares dos camarões corruptos e dos decápodos simbiontes associados às suas galerias. Para tanto serão efetuadas duas expedições no litoral brasileiro: (i) ERN, Região Norte-Nordeste; e (ii) ERS, Região Sudeste-Sul. Os resultados deste estudo contribuirão ao conhecimento biogeográfico deste importante grupo de camarões, como também poderão servir de base à realização de estudos sobre gestão e conservação das diferentes populações de camarões corruptos ao longo do litoral brasileiro.

**Palavras chave:** Biogeografia; Decapoda; Diversidade, Ecologia de praias; Padrão de Distribuição, População.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## RESUMO PARCIAL(período 01/10/2015-31/03/2017)

A informação sobre a diversidade e distribuição geográfica dos camarões corruptos do litoral de Brasil ainda é escassa, sendo vinculadas, principalmente, às regiões norte e nordeste do Brasil. Baseado em um plano de coleta latitudinal, que abrangeu grande parte do litoral do Brasil, o presente projeto examinou a diversidade e distribuição geográfica dos camarões corruptos das infraordens Axiidea e Gebiidea na costa brasileira. Faltando completar a análise do material coletado, os resultados indicam a presença de 07 (sete) espécies de camarões corruptos: *Axianassa australis*, *Callichirus major*, *Lepidophthalmus siriboia*, *Neocallichirus nickellae*, *Neocallichirus rathbunae*, *Sergio mirim* e *Upogebia omissa*. A diversidade diminuiu com a elevação da latitude, observando-se uma forte monopolização do substrato na maior parte dos locais estudados. Muitas espécies mostraram um estreito intervalo de tolerância ambiental (p. ex., temperatura, salinidade, entre outros) e, como consequência, se encontraram presentes numa restrita área geográfica (*A. australis*, *N. nickellae*, *N. rathbunae*, *U. omissa*). Pelo contrário, outras espécies (*C. major*, *L. siriboia* e *S. mirim*), apresentaram um amplo intervalo de tolerância, embora com ampla distribuição geográfica. A temperatura e salinidade superficial da água do mar decresceram com a latitude, enquanto que o oxigênio dissolvido aumentou com a elevação latitudinal. A densidade das galerias variou significativamente desde o nível superior até o inferior na zona intermareal, mas não mostrou nenhuma tendência latitudinal. *Callichirus major* foi a espécie mais abundante ao longo da costa brasileira (91%), seguido por *L. siriboia* (4%), enquanto as espécie restantes foram ocasionais, representando, em conjunto, aproximadamente 5% do total de espécimes analisados até agora. Os resultados parciais não permitem, por enquanto, testar se os parâmetros populacionais (p. ex., razão sexual, presença de fêmeas ovígeras e densidade) seguem algum dos modelos de distribuição geográfica reportados na literatura. Esta informação será fornecida na versão final do relatório.

**Palavras chave:** Biogeografia, Decapoda, Diversidade, Ecologia de praias, Padrão de Distribuição, População.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## RESUMO FINAL

A informação sobre a diversidade e distribuição geográfica dos camarões corruptos do Atlântico sul ocidental ainda é escassa, sendo vinculadas, principalmente, às regiões norte e nordeste do Brasil. Baseado num plano de coleta latitudinal, que abrangeu o litoral do Brasil, o presente projeto examinou a diversidade e a distribuição geográfica dos camarões corruptos intertidais das infraordens Axiidea (camarões-fantasma) e Gebiidea (lagostas-de-lama) da costa brasileira. Os resultados são divididos em três capítulos: (1) Camarões-fantasma (Callianassidae) e lagostas-de-lama (Axianassidae, Upogebiidae) intertidais da costa de Brasil: observações taxonômicas e chave de identificação, (2) Gradiente latitudinal da riqueza de espécies e regra de Rapoport em camarões corruptos da costa de Brasil, e (3) Variação latitudinal da abundância populacional e história de vida em camarões corruptos intertidais (Axiidea-Gebiidea) ao longo da costa do Brasil. O primeiro capítulo forneceu informação morfológica e taxonômica sobre sete espécies intertidais de camarões-fantasma (Callianassidae: *Biffarius delicatulus* Rodrigues & Manning, 1992, *Callichirus major* [Say, 1818], *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993, *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004, *Neocallichirus nickellae* Manning, 1993, *Sergio guara* [Rodrigues, 1971], *Sergio mirim* [Rodrigues, 1966]) e duas de lagostas-de-lama (Axianassidae: *Axianassa australis* Rodrigues & Shimizu, 1992; Upogebiidae: *Upogebia omissa* Gomes Corrêa, 1968), coletados durante o periodo de estudo. Os principais caracteres diagnósticos de cada espécie são descritos e devidamente ilustrados, além de ser providenciada uma chave de identificação baseada na informação morfológica levantada. A informação taxonômica é discutida e comparada com a informação reportada na literatura para cada táxon. No segundo capítulo, foi analisado o gradiente latitudinal da riqueza de espécies, usando como modelo biológico os camarões corruptos da costa do Brasil. De forma adicional, foi examinada a possível relação entre o tamanho do intervalo de distribuição geográfica e a latitude, contrastando à validade da regra de Rapoport para o Atlântico sul ocidental. Para isto, se utilizou a informação biológica e ambiental obtida durante as expedições ao longo da costa de Brasil (~0 - 32° S), incorporando à base de dados, os registros sobre outras espécies de camarões corruptos intertidais e subtidais disponíveis na literatura. A riqueza de espécies mostrou um significativo declive com o incremento da latitude, estando diretamente correlacionada à variação latitudinal da temperatura superficial da água do mar e, inversamente, à oscilação latitudinal do oxigênio dissolvido. O intervalo latitudinal mostrou uma relação



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

significativamente positiva com a latitude. O gradiente latitudinal da riqueza de espécies de camarões corruptos é discutido a partir de um enfoque biogeográfico, tentando propor a hipótese mais plausível que explique a prevalência deste padrão na costa de Brasil. No terceiro capítulo, foi testada a variação geográfica da abundância populacional e da história de vida (proporção sexual, tamanho máximo corporal, presencia de juvenis) em nove camarões corruptos intertidais ao longo da costa de Brasil (0°-34° S). O analise geográfico das variáveis evidenciou informação representativa para três das nove espécies coletadas, estas últimas representadas em um poucos locais e mostrando um estreito intervalo de distribuição geográfico. Nas três espécies analisadas, a distribuição da densidade se ajustou de forma significativa ao modelo de abundância ao norte em *Callichirus major* e *Lepidophthalmus siriboia*, enquanto que ao modelo de abundância para o sul em *Sergio mirim*. Em *L. siriboia* e *S. mirim*, a proporção sexual mostrou um aumento equatorial significativo, enquanto que em *C. major* mostrou uma ampla plasticidade, registrando valores com predominância de machos e de fêmeas tanto para o extremo norte como para o sul da costa brasileira. Só em *S. mirim*, o tamanho máximo corporal mostrou uma tendência geográfica. Em *C. major* e *S. mirim*, o numero de juvenis aumentou significativamente para os pólos, enquanto que em *L. siriboia* mostrou um padrão de aumento equatorial. Em geral, os resultados foram consistentes com a idéia de que as restrições fisiológicas e ecológicas limitam a forma da distribuição espacial das espécies, ressaltando a importância de incorporar estes aspectos em futuros estudos biogeográficos.

**Palavras chave:** Biogeografia, Decapoda, Diversidade, Ecologia de praias, Padrão de Distribuição, População.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## FINAL ABSTRACT

Information about diversity and geographic distribution of burrowing shrimps from the southwestern Atlantic is still scarce and restricted mainly to the north and northeastern region of Brazil. Based on a latitudinal collecting program covering the Brazilian coast, present study examined the diversity and geographic distribution of burrowing shrimps from the infraorders Axiidea (ghost shrimps) and Gebiidea (mud lobsters) of Brazil. First chapter provided morphological and taxonomical information about seven intertidal ghost shrimp species (Callianassidae: *Biffarius delicatulus* Rodrigues & Manning, 1992, *Callichirus major* [Say, 1818], *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993, *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004, *Neocallichirus nickellae* Manning, 1993, *Sergio guara* [Rodrigues, 1971], *Sergio mirim* [Rodrigues, 1966]) and two of mud lobsters (Axianassidae: *Axianassa australis* Rodrigues & Shimizu, 1992; Upogebiidae: *Upogebia omissa* Gomes Corrêa, 1968), collected during the study period. Main diagnostic features of each species are suitably described and illustrated, beside provides a identification key based on the raised morphological information. The taxonomical information is discussed and compared to information reported in literature for each taxon. In second chapter, was analyzed using as a biological model the burrowing shrimps (Axiidea-Gebiidea) from the Brazilian coast. In addition, it was examined the potential relationship between geographical range size and latitude, testing the validity of Rapoport's rule for the South Western Atlantic. For this purpose, it is used the biological and environmental information collected through several latitudinal expeditions along the Brazilian coast (~0 - 32° S), adding to the database, the records about other intertidal and subtidal ghost shrimp species available in literature. Species richness showed a significant decline with the latitude, that was directly related with the latitudinal oscillation of seawater temperature and inversely with dissolved oxygen. Geographical range size was strongly correlated with the latitude. Latitudinal gradient of species richness of ghost shrimps is discussed from a biogeographical approach, proposing the most plausible hypothesis that explains the prevalence of this pattern in the coast of Brazil. Finally, in the third chapter is analyzed the geographic variation of population abundance and life history traits (sex ratio, maximum body size, presence of juveniles) in nine intertidal burrowing shrimps along the coast of Brazil (0°-34° S). The analysis showed representative information in three of the nine collected species, these latter represented in few sites and evidencing a narrow geographic



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

range of distribution. The density distribution fit significantly to the ramped north model in *Callichirus major* and *Lepidophthalmus siriboia*, whereas to ramped south model in *Sergio mirim*. Sex ratio showed a significant equatorial increase in *L. siriboia* and *S. mirim*, whereas in *C. major* this parameter evidenced a wide plasticity, registering values skewed toward males and toward females both to north bound as south bound of the Brazilian coast. Maximum body size showed a geographic tendency just in *S. mirim*. Number of juveniles increased significantly poleward in *C. major* and *S. mirim*, whereas the increase was equatorial in *L. siriboia*. Overall, the outcomes were consistent with the idea that physiological and ecological constraints limit the shape of spatial distribution in species, underlying the importance of incorporating these aspects in future biogeographical studies.

**Key words:** Biogeography, Decapoda, Diversity, Distribution pattern, Ecology of beaches, Population.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## ENUNCIADO DO PROBLEMA

As espécies das infraordens Axiidea e Gebiidea – anteriormente conhecidas coletivamente como Thalassinidea – compreendem crustáceos decápodos comumente denominados camarões-corruptos ou camarões-fantasmas, que vivem nos ambientes marinhos que compreendem sedimentos moles de áreas intertidais e subtidais (< 200 m) (Dworschak *et al.* 2012). Estas infraordens representam duas linhagens monofiléticas separadamente distintas (de Saint Laurent 1979), que convergiram evolutivamente para um estilo de vida escavador e, portanto, dotadas de morfologia e ecologia similares. Novas nomenclaturas foram introduzidas na última década para representar as recentes perspectivas filogenéticas entre os camarões corruptos (p.ex., Robles *et al.* 2009 e suas citações bibliográficas). Como resultado deste esforço, a classificação atual das infraordens Axiidea e Gebiidea (Dworschak *et al.* 2012) permite sua divisão nos seguintes taxa: Infraordem Axiidea, com seis famílias (Axiidae, Callianassidae, Callianideidae, Ctenochelidae, Micheleidae e Strahlaxiidae); e Infraordem Gebiidea, com quatro famílias (Axianassidae, Laomediidae, Thalassinidae e Upogebiidae).

Os camarões corruptos são classificados como engenheiros ecossistêmicos, o que se deve a sua capacidade de modificação, manutenção e/ou criação de habitats (Berkenbusch & Rowden 2003), conferindo-lhes relevância na construção estrutural da comunidade em habitats aquáticos pouco profundos (p.ex., Posey 1986; Posey *et al.* 1991; Nates & Felder 1998). Seus processos de escavação do sedimento e alimentação por filtração, contribuem consideravelmente à bioturbação dos sedimentos (rotatividade), além de renovação do ciclo de nutrientes e aumento da disponibilidade dos alimentos entre os níveis tróficos (Ziebis *et al.* 1996; Berkenbusch & Rowden 1999; Felder 2001). Através dos movimentos causados pelos apêndices abdominais modificados – geralmente do terceiro ao quinto pares de pleópodos – os camarões corruptos conseguem criar uma corrente hídrica que permite a oxigenação da galería e a evacuação dos excrementos para fora dela (Griffis & Suchanek 1991). Por todas estes habilidades, os camarões corruptos causam fascinação aos cientistas, que ainda estudam seu comportamento complexo, morfologia especializada e interessante história evolutiva.

Em geral, a diversidade e distribuição geográfica dos camarões corruptos do litoral brasileiro são principalmente conhecidas na região norte e nordeste. Por exemplo, algumas investigações feitas desde o Estado da Bahia (18º22’ S) ao Estado do Amapá (4º26’ N),



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

propiciaram a confecção de uma lista robusta das espécies destes camarões, com a totalização de 07 espécies de Upogebiidae (Coelho & Antonino-Rattacaso 1988) e 36 espécies pertencentes às famílias Axianassidae, Axiidae, Callianassidae, Ctenochelidae, Micheleidae, Upogebiidae (Coelho *et al*. 2007). Quanto à distribuição vertical da densidade destes camarões, constam estudos realizados na região Nordeste do Brasil para *Callichirus major* (Say, 1818), como o de Botter-Carvalho *et al*. (2002); enquanto isso, nas regiões Sudeste-Sul destacam-se o estudo realizado por Souza & Borzone (1996) sobre *Biffarius delicatulus* Rodrigues & Manning, 1992, além daquele conduzido por Pezzuto (1998) para *Sergio mirim* (Rodrigues 1966). Outros estudos sobre a biologia destes camarões foram realizados de forma pontual pelo litoral brasileiro, oferecendo informações relevantes sobre a dinâmica populacional e biologia reprodutiva de *C. major* (Souza *et al*. 1998; Botter-Carvalho *et al*. 2007; Peiró *et al*. 2014), *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 (Rosa-Filho *et al*. 2013) e *S. mirim* (Pezzuto 1998).

O litoral brasileiro possui uma extensão de 7.408 km, compreendendo vários habitats costeiros, entre eles as praias de substrato inconsolidado e os sistemas estuarinos, com seus manguezais e marismas. Como a costa brasileira abrange uma ampla variação latitudinal (cerca de 38º), a distribuição geográfica dos invertebrados costeiros deste eixo espacial também é ampla, conferindo ao Brasil condições ideais ao estudo dos processos biogeográficos que afetam suas espécies. Isto é especialmente relevante, já que a distribuição local e regional das espécies é influenciada por uma série de fatores abióticos (p.ex., temperatura, salinidade, etc.) e bióticos (p.ex., competição, predação, etc.), que em conjunto determinam sua distribuição geográfica (vide Andrewartha & Birch 1954; Krebs 1978; Brown 1984; Brown *et al*. 1995; Sagarin & Gaines 2002a). Estes fatores não só afetam a distribuição da espécie, mas também geram gradientes de abundância e para outros parâmetros populacionais (p.ex., razão sexual, potencial reprodutivo, etc.) ao longo de sua distribuição (Enquist *et al*. 1995; Sagarin & Gaines 2002b). Portanto, a conexão entre os padrões geográficos de abundância e sua história de vida fornece um marco integral sobre seus limites de distribuição geográfica (Sagarin & Gaines 2002b; Defeo & Cardoso 2002; Gilman 2006; Rivadeneira *et al*. 2010; Fenberg & Rivadeneira 2011).

O presente projeto almeja examinar a diversidade e distribuição geográfica dos camarões corruptos no Brasil, desde sua extremidade mais norte, no Estado de Amapá (Cabo Orange, 4º26’ N) até sua extremidade mais sul, no Rio Grande do Sul (Arroio Chuí, 33º44’



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

S). Além disso, espera-se obter informação relevante sobre alguns parâmetros populacionais (p.ex., razão sexual, presença de fêmeas ovígeras e densidade) para cada uma das espécies estudadas, correlacionando sua história de vida aos padrões biogeográficos verificados ao longo da costa brasileira. Espera-se que os dados obtidos possam contribuir ao conhecimento biogeográfico e da diversidade deste importante grupo de camarões, além de servir como base à realização de estudos sobre a bioecologia das diferentes espécies deste grupo no litoral brasileiro.

## OBJETIVOS

### Objetivo geral

Examinar a diversidade e ecologia biogeográfica (densidade, razão sexual e potencial reprodutivo) das diferentes espécies de camarões corruptos das infraordens Axiidea e Gebiidea, na zona intertidal do litoral brasileiro, entre os estados do Amapá e Rio Grande do Sul.

### Objetivos específicos

Identificar e descrever a morfologia de cada uma das espécies de camarões corruptos das infraordens Axiidea e Gebiidea, nos pontos amostrais deste estudo ao longo do litoral brasileiro;

Identificar as espécies de decápodos simbiontes capturados em associação às galerias das espécies de camarões corruptos das infraordens Axiidea e Gebiidea, nos pontos amostrais deste estudo ao longo do litoral brasileiro;

Avaliar estimativas populacionais (densidade, razão sexual por galeria e potencial reprodutivo) para cada espécie de camarão corrupto das infraordens Axiidea e Gebiidea, nos pontos amostrais deste estudo ao longo do litoral brasileiro;

Descrever o habitat em quanto à granulometría e salinidade de cada espécie de camarão corrupto das infraordens Axiidea e Gebiidea, nos pontos amostrais deste estudo ao longo do litoral brasileiro;

Estabelecer o intervalo de distribuição geográfica e os possíveis padrões de história de vida (densidade, abundância absoluta, razão sexual por galeria e potencial reprodutivo) de cada espécie de camarão corrupto das infraordens Axiidea e Gebiidea, nos pontos amostrais deste estudo ao longo do litoral brasileiro.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## REFERÊNCIAS

Andrewartha, H.G. & Birch, L.C. 1954. *The distribution and abundance of animals*. Chicago: University of Chicago Press, 793pp.

Berkenbusch, K. & Rowden, A.A. 1999. Factors influencing sediment turnover by the burrowing ghost shrimp *Callianassa filholi* (Decapoda: Thalassinidea). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 238, 283–292.

Berkenbusch, K. & Rowden, A.A. 2003. Ecosystem engineering — moving away from 'just-so' stories. New Zealand Journal of Ecology, 27, 67–73.

Botter-Carvalho, M.L., Santos, P.J.P. dos & Carvalho, P.V.V. da C. 2002. Spatial distribution of *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Callianassidae) on a sandy beach, Piedade, Pernambuco, Brazil. Nauplius, 10, 97–109.

Botter-Carvalho, M.L., Santos, P.J.P. dos & Carvalho, P.V.V. da C. 2007. Population dynamics of *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea, Thalassinidea) on a beach in northeastern Brazil. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 71, 508–516.

Brown, J.H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. The American Naturalist, 124, 255–279.

Brown, J.H., Mehlman, D.W. & Stevens, G.C. 1995. Spatial variation in abundance. Ecology, 76, 2028–2043.

Coelho, P.A. & Antonino-Rattacaso, M.C. 1988. Revisão das espécies de *Upogebia* encontradas em Pernambuco, Brasil (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). Revista Brasileira de Zoologia, 5, 381–392.

Coelho, P.A., Almeida, A.O., Bezerra L.E.A. & Souza-Filho, J.F. 2007. An updated checklist of decapod crustaceans (infraorders Astacidea, Thalassinidea, Polychelida, Palinura, and Anomura) from the northern and northeastern Brazilian coast. Zootaxa, 1519, 1–16.

de Saint Laurent, M. 1979. Vers une nouvelle classification des Crustacés Décapodes Reptantia. Bulletin de l'Office Nationale de Pêche de Tunisie, 3, 15–31.

Defeo, O. & Cardoso, R.S. 2002. Macroecology of population dynamics and life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Atlantic sandy beaches of South America. Marine Ecology Progress Series, 239, 169–179.

Dworschak, P.C., Felder, D.L. & Tudge, C.C. 2012. Chapter 69. Infraorders Axiidea de Saint Laurent, 1979 and Gebiidea de Saint Laurent, 1979 (formerly known collectively as



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Thalassinidea). In: Schram, F.R. & von Vaupel Klein, J.C. (Eds.) Forest, J. & Charmantier-Daures, M. (Advisory Eds.) *Treatise on Zoology - Anatomy, Taxonomy, Biology. The Crustacea*. Complementary to the volumes translated from the French of the Traité de Zoologie [founded by P.-P. GRASSÉ], Volume 9 Part B. Eucarida: Decapoda: Astacidea p.p. (Enoplometopoidea, Nephropoidea), Glypheidea, Axiidea, Gebiidea, and Anomura. Leiden: Brill, 109–219.

Enquist, B.J., Jordan, M.A. & Brown, J.H. 1995. Connections between ecology, biogeography, and paleobiology: relationship between local abundance and geographic distribution in fossil and recent mollusks. Evolutionary Ecology, 9, 586–604.

Felder, D. 2001. Diversity and ecological significance of deep-burrowing macrocrustaceans in coastal tropical waters of Americas (Decapoda: Thalassinidea). Interciencia, 26, 440–449.

Felder, D. & Rodrigues, S.A. 1993. Reexamination of the ghost shrimp *Lepidophtalmus louisianensis* (Schmitt, 1935) from the Northern Gulf of Mexico and comparison to *L. siriboia*, a new species, from Brazil (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). Journal of Crustacean Biology, 13, 357–376.

Fenberg, P.B. & Rivadeneira, M.M. 2011. Range limits and geographic patterns of abundance of the rocky intertidal owl limpet, *Lottia gigantea*. Journal of Biogeography, 38, 2286–2298.

Gilman, S.E. 2006. The northern geographic range limit of the intertidal limpet *Collisella scabra*: a test of performance, recruitment, and temperature hypotheses. Ecography, 29, 709–720.

Griffis, R.B. & Suchanek, T.H. 1991. A model of burrow architecture and trophic modes in thalassinidean shrimp (Decapoda: Thalassinidea). Marine Ecology Progress Series, 79, 171–183.

Krebs, C.J. 1978. *Ecology*: *The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Second Edition. Harper and Row, New York, 678pp.

Nates, S. & Felder, D. 1998. Impacts of burrowing ghost shrimp, genus *Lepidophthalmus* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea), on penaeid shrimp culture. Journal World of Aquaculture Society, 29, 188–210.

Peiró, D.F., Wehrtmann, I.S. & Mantelatto, F.L. 2014. Reproductive strategy of the ghost shrimp *Callichirus major* (Crustacea: Axiidea: Callianassidae) from the southwestern



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Atlantic: sexual maturity of females, fecundity, egg features, and reproductive output. Invertebrate, Reproduction & Development, 58, 294–305.

Pezzuto, P.R. 1998. Population dynamics of *Sergio mirim* (Rodrigues 1971) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) in Cassino Beach, Southern Brazil. Marine Ecology, 19, 89–109.

Posey, M. 1986. Changes in a benthic community associated with dense beds of a burrowing deposit feeder, *Callianassa californiensis*. Marine Ecology Progress Series, 31, 15–22.

Posey, M., Dumbauld, B. & Armstrong, D. 1991. Effects of a burrowing mud-shrimp, *Upogebia pugettensis* (Dana), on abundances of macroinfauna. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 148, 283–294.

Rivadeneira, M.M., Hernáez, P., Baeza, J.A., Boltaña, S., Cifuentes, M., Correa, C., Cuevas, A., del Valle, E., Hinojosa, I., Ulrich, N., Valdivia, N., Vásquez, N., Zander, A. & Thiel, M. 2010. Testing the abundant-centre hypothesis using intertidal porcelain crabs along the Chilean coast: linking abundance and life-history variation. Journal of Biogeography, 37, 486–498.

Robles, R., Tudge, C.C., Dworschak, P.D., Poore, G.C.B. & Felder, D.L. 2009. Molecular phylogeny of the Thalassinidea based on nuclear and mitochondrial genes. In: Martin, J.W., Crandall, K.A. & Felder, D.L. (eds.), *Crustacean Issues, Vol. 18: Decapod Crustacean Phylogenetics*. Boca Raton: CRC Press, 309–326.

Rodrigues, S.A. 1966. Estudos sobre *Callianassa*: Sistemática, Biologia e Anatomia. PhD thesis. São Paulo (Brazil): Universidade de São Paulo, 168pp.

Rodrigues, S.A. & Manning, R.B. 1992. Two new callianassid shrimps from Brazil (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington, 105, 324–330.

Rosa-Filho, J.S., Girard, T.C. & Frédou, F.L. 2013. Population dynamics of the burrowing shrimp *Lepidophthalmus siriboia* Felder and Rodrigues, 1993 (Reptantia: Axiidea: Callianassidae) on the Amazonian coast. Journal of Crustacean Biology, 33, 503–511.

Sagarin, R.D. & Gaines, S.D. 2002a. The 'abundant centre' distribution: to what extent is it a biogeographical rule? Ecology Letters, 5, 137–147.

Sagarin, R.D. & Gaines, S.D. 2002b. Geographical abundance distributions of coastal invertebrates: using one-dimensional ranges to test biogeographic hypotheses. Journal of Biogeography, 29, 985–997.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Say, T. 1818. An account of the Crustacea of the United States, Part 5. Journal of the Academy of Natural Sciences at Philadelphia, 1, 235–253.

Souza, J.R.B. & Borzone, C.A. 1996. Distribuição de Calianassídeos (Crustácea: Decapoda: Thalassinidea) em praias do litoral paranaense, com especial referência a *Callichirus major* (Say, 1818). Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiva, 39, 553–565.

Souza, J.R.B., Borzone, C.A. & Brey, T. 1998. Population dynamics and secondary production of *Callichirus major* (Crustacea: Thalassinidea) on a southern Brazilian sandy beach. Archives of Fisheries and Marine Research, 46, 151–164.

Ziebis, W., Forster, S., Huettel, M. & Jørgensen, B. 1996. Complex burrows of the mud shrimp *Callianassa truncata* and their geochemical impact in the sea bed. Nature, 382, 619–622.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## PRIMEIRO CAPÍTULO

# Camarões-fantasma (Callianassidae) e lagostas-de-lama (Axianassidae, Upogebiidae) intertidais da costa de Brasil: observações taxonômicas e chave de identificação

Patricio Hernáez

**Resumo.** O presente estudo proporciona informação morfológica e taxonômica sobre sete espécies intertidais de camarões-fantasma (Callianassidae) e duas de lagostas-de-lama (Axianassidae, Upogebiidae), coletados ao longo de toda a costa do Brasil. Os principais caracteres diagnósticos de cada espécie são descritos e devidamente ilustrados, além de ser providenciada uma chave de identificação baseada na informação morfológica levantada. A informação taxonômica é discutida e comparada com a informação reportada na literatura para cada táxon.
**Palavras-chave:** Axiidea, Decapoda, Gebiidea, Atlântico Sul-Ocidental.

**Abstract.** Present report provides morphological and taxonomical information about seven intertidal species of ghost shrimps (Callianassidae) and two of mud lobsters (Axianassidae, Upogebiidae) collected along the Brazilian coast. Main diagnostic features of each species are suitably described and illustrated, beside provides a identification key based on the raised morphological information. The taxonomical information is discussed and compared to information reported in literature for each taxon.
**Key Words:** Axiidea, Decapoda, Gebiidea, South Western Atlantic



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## Introdução

Quando o zoólogo Latreille (1831) introduzo o termo 'Thalassinoides' como uma subseção dentro de Macrura (Reptantia), provavelmente nunca imaginou que estava propondo um dos mais heterogêneos grupos de decápodes crustáceos, cuja classificação continua até hoje sendo discutida pelos carcinólogos. Este termo, latinizado como Thalassinidea, foi usado até recentemente para reunir suas espécies dentro de dois clados monofiléticos: Axiidea de Saint Laurent, 1979; e Gebiidea de Saint Laurent, 1979 (Robles *et al*. 2009). Os membros de Axiidea (na maioria conhecidos como camarões-fantasma) são caracterizados por ter o primeiro e segundo par de pereiópodos quelados e um corpo suave e delicado, enquanto que Gebiidea (conhecidos como lagostas-de-lama) possuem o primeiro par de pereiópodes quelados ou subquelados e o segundo pereiópode subquelado ou simples, com um corpo duro e fortemente calcificado (Dworschak *et al*. 2012).

Ocorrendo na maior parte dos oceanos e mares do mundo, os camarões-fantasma e as lagostas-de-lama exibem grande diversidade, com aproximadamente 781 e 240 espécies descritas, respectivamente (Hernáez 2018). Estas espécies são conhecidas por construir galerias de diferentes formas e profundidades (Suchanek 1983; Griffis & Chaves 1988; Lemaitre & Rodrigues 1991; Atkinson & Taylor 2004; Heard *et al*. 2007), bem como por sua relevância na estruturação de comunidades marinhas em habitat intertidais e de águas rasas (Posey 1986; Posey *et al*. 1991; Nates & Felder 1998; Felder 2001). A bioturbação produzida por estes organismos, representada pela atividade de expulsão da água e sedimento de suas galerias, contribui à suspensão da matéria orgânica, fixação do nitrogênio e incremento de alimento disponível aos demais níveis tróficos (Ziebis *et al*. 1996; Berkenbusch & Rowden 1999; Bertics *et al*. 2010). Membros destas infraorders podem ser encontrados habitando como simbiontes de esponjas, vivendo entre fragmentos de coral mais grossos ou associados à infiltrações de hidrocarbonetos e fontes hidrotermais em águas profundas (Williams 1987; Türkay & Sakai 1995; Kensley 1996; Felder & Kensley 2002). Algumas espécies de camarões-fantasma são consideradas verdadeiros "engenheiros ecossistêmicos", devido a sua capacidade de modificar, manter e/ou criar habitats para outros invertebrados marinhos (Berkenbusch & Rowden 2003; Hernáez & Wehrtmann 2007). Além disso, várias espécies camarões-fantasma e lagostas-de-lama são usadas como isca na pesca esportiva e ou consumidas pelos humanos como alimento (Tan & Ng 1988; Rodrigues & Shimizu 1997; Souza & Borzone 2003; Hernáez & Granda-Rodriguez 2015).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Axiidea e Gebiidea são importantes membros das comunidades bentônicas ao longo do Atlântico Sul Ocidental (Melo 1999; Boschi 2000). No Brasil, o mais recente estudo sobre estes organismos tem listado 26 espécies de Axiidea e 11 de Gebiidea (vide Coelho *et al*. 2007 e suas referências). Entre as mais significativas contribuições sobre a taxonomia destas espécies estão as de Rodrigues (1966, 1971, 1983), Melo (1999) e, mais recentemente, por Pachelle *et al*. (2016, 2017). Outras contribuições têm proporcionado valiosa informação acerca da distribuição espacial (Coelho & Antonino-Rattacaso 1988; Melo 1999; Coelho *et al*. 2007), e biologia populacional de algumas espécies de camarões-fantasma de certas regiões de Brasil (Pezzuto 1998; Botter-Carvalho *et al*. 2007; Rosa-Filho *et al*. 2013).

Como parte do presente projeto de pós-doutorado, teve-se a oportunidade de coletar decápodes intertidais a partir de um intensivo e, quase simultâneo, programa de coletas ao longo da costa brasileira, proporcionando excelente oportunidade para a obtenção de espécimes de camarões-fantasma e lagostas-de-lama. Aqui, neste primeiro capítulo, apresentamos uma serie de informações taxonômicas e ilustrações sobre o material coletado durante este projeto, incluindo uma chave ilustrada para a identificação das diferentes espécies de camarões-fantasma e lagostas-de-lama. Os resultados deste primeiro capitulo contribuirão ao conhecimento taxonômico deste importante grupo de organismos dos habitats costeiros do Atlântico Sul Ocidental.

**Materiais e Métodos**

Os espécimes analisados foram obtidos a partir do material coletado em sucessivas expedições latitudinais desenvolvidas entre junho e julho de 2016 e julho de 2017, cobrindo quase toda a costa do Brasil (Fig. 1). Os locais de estudo (N = 66) foram distribuídos desde Praia do Crispim (00°34’58”S, 47°39’03”O) até a Praia Cassino (32°12’08”S, 52°10’16”O). Usualmente, os camarões-fantasma e as lagostas-de-lama ocorrem em praias de areia, estuários, até bancos areno-lodosos em áreas de manguezal (p.ex., Manning & Felder 1991; Atkinson & Taylor 2004; Heard *et al*. 2007). Consequentemente, para obter amostras representativas, o programa de amostragem foi focado nos habitats acima mencionados, exceto nas áreas internas de manguezais, que não foi considerada no presente estudo.

Os espécimes foram coletados desde a zona intertidal (<1 m) de cada local de amostragem com ajuda de uma bomba de sedimento tipo “yabbie” (diâmetro = 77 mm, comprimento = 100 cm). As entradas das galerias construídas pelos axiideanos e gebiideanos



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

foram facilmente identificadas por inspeção da superfície do sedimento devido a sua forma típica "em vulcão" ou, por vezes, como um monte de baixa altura ou um buraco chato em superfície (Kristensen & Kostka 2005). Uma vez coletados, cada espécime foi cuidadosamente lavado com água de mar, colocado em frascos de vidro e preservado em etanol 80-90%, para seu posterior exame em laboratório.

**Figura 1.** Área de estudo mostrando os locais de coleta positivos e negativos para camarões-fantasma (Callianassidae) e lagostas-de-lama (Axianassidae, Upogebiidae) capturados ao longo do litoral de Brasil.

No laboratório, os espécimes foram cuidadosamente examinados sob estéreo microscópio (Zeiss® Stemi® SV-6), identificando os caracteres diagnósticos da morfologia de cada táxon coletado. Todos os espécimes foram identificados ao nível de espécie e sexados pela posição dos gonóporos e morfologia do primeiro par de pleópodes. Neste estudo, o tamanho dos espécimes é expresso como o comprimento do cefalotórax (CC, desde a margem pós-orbital até a margem posterior do cefalotórax), também medido sob um estereomicroscopio (Zeiss® Stemi® SV-6) acoplado a um sistema de análise de imagens (AxioVision). Cada estrutura representativa de cada espécie foi fotografada com a ajuda de



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

uma câmera digital (Zeiss® AxioCam® MRc5). Depois, ilustrações científicas foram preparadas a partir das fotografias, com uso de uma mesa de desenho gráfico (Wacom®). A terminologia utilizada para descrever a morfologia foi a proposta por Narchi (1973) para a adaptação de termos científicos em latim ao português. Outras abreviaturas usadas no presente capítulo são: antênulas (A1), antenas (A2), primeiro pereiópode (P1), maxilípede (Mxp3), pleópodo 1 e 2 (Plp1, Plp2, respectivamente), coletor (col.). O material coletado no presente estudo está depositado na Coleção Científica do CRUSTA (Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos), da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências (IB), Câmpus do Litoral Paulista (CLP).

## Resultados

Foram obtidos 1.166 exemplares, distribuídos em sete espécies de camarões-fantasma e duas de lagostas-de-lama, durante todo o período de estudo. Os espécimes foram encontrados em 50 (75%) dos 67 locais visitados entre os Estados do Pará (Região Norte) e o Estado de Rio Grande do sul (Região Sul) do Brasil. A seguir consta a ilustração do material coletado, relativo a cada espécie, acompanhada da respectiva diagnose e das observações principais sobre sua morfologia.

## Taxonomia

### Infraorder Axiidea de Saint Laurent, 1979

### Family Callianassidae Dana, 1852

### *Biffarius delicatulus* Rodrigues & Manning, 1992 (Figs. 2A-F, 3A-F)

**Material examinado. –** Brasil. CRUSTA 170033, 4 espécimes (3 machos, CC: 4,0–4,6 mm; 1 fêmea, CC: 4,1 mm), Praia de Tutóia, Maranhão (02°45’40”S, 42°15’45”O), 07 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 160065, 2 espécimes (1 macho, CC: 5,6 mm; 1 fêmea, CC: 5,0 mm), associado a grama do mar, manguezal de Icapui, Icapui, Ceará (04°40’55”S, 37°21’30”O), 16 de julho de 2016, col. P. Hernáez.

**Diagnose. –** Camarões de pequeno tamanho, com CC inferior a 6 mm na fase adulta. Cefalotórax com área oval e protuberância cardíaca bem demarcadas, sem projeções anterolaterais, rostro bem desenvolvido com a ponta arredondada, pedúnculo de A1 mais



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

robusto e ligeiramente mais comprido que o de A2 (Fig. 2A). Propodito do Mxp3 esbelto, apresentando ísquio sem cresta dentada na margem interna (Fig. 2B). Heteroquelia só presente nos machos adultos. P1 maior robusto, ísquio dentado em sua porção meia na margem ventral, notório gancho meral dentado, superfície interna do dente fixo lisa, dáctilo armado com um dente menor distal e outro grande e arredondado proximal (Fig. 2C). P1 menor robusto, com ísquio dentado em sua porção meia, gancho meral de menor tamanho que no P1 maior, superfície do dedo fixo finamente dentada, dáctilo curvado distalmente (Fig. 2D). P1 direito da fêmea similar ao esquerdo, diferindo apenas por não possuir gancho meral (Fig. 2E). P1 esquerdo da fêmea esbelto com a margem interna do ísquio lisa, diminuto gancho meral, superfície do dedo fixo dentada e dáctilo esbelto (Fig. 2F). Plp1-2 masculino unirreme e diminuto, ambos compostos por um protopodito e um segmento distal (Fig. 3A,B). Plp1 feminino unirreme, formado pelo protopodito e dois segmentos de similar tamanho, Plp2 birreme com o endopodito e o exopodito não segmentados (Fig. 3C,D). Plp3-5 com apêndice interno projetado sobre a margem interna do endopodito (Fig. 3E). Telso sub-quadrado e desarmado, com a margem distal convexa (Fig. 3F).

**Distribuição. –** Atlântico sul ocidental, Brasil: Tutóia (Maranhão: presente estudo) a São Sebastião (São Paulo: Rodrigues & Manning 1992).

**Observações. –** Os espécimes coletados no presente estudo representam o segundo registro de *Biffarius delicatulus* no mundo inteiro, sendo esta uma espécie pouco frequente em comparação com as outras duas espécies do gênero *Biffarius* do Atlântico ocidental, *Bifarius biformis* (Biffar, 1971) e *Biffarius fragilis* (Biffar, 1970), as quais tem sido várias vezes reportadas para a costa brasileira (Carvalho *et al*. 1997; Botter-Carvalho *et al*. 2012; Pachelle *et al*. 2016). Segundo Rodrigues & Manning (1992), *B. delicatulus* é morfologicamente similar a *B. biformis* e *B. fragilis*, mas difere destas espécies por um segundo par de pleópodos (chamados "vestigiais" pelos autores), que está ausente nas outras duas espécies americanas de *Biffarius*. Esta informação foi confirmada no presente estudo ao observar os espécimes machos de *B. delicatulus* coletados em Tutóia (Estado de Maranhão) e o espécime de Icapui (Estado de Ceará), os quais apresentam um segundo par de pleópodos de pequeno tamanho e composto de dois segmentos. Também *B. delicatulus* diferencia-se de B. fragilis pela ausência de uma cresta dentada sobre a margem interna do ísquio (Biffar 1970), que



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

também está ausente em *B. biformis* (Biffar 1971). Chama a atenção que os dois estudos prévios, com registro de *B. biformis* e *B. fragilis* para a costa do Brasil, pouco evidenciam a presença/ausência destes dois caracteres morfológicos (Botter-Carvalho *et al*. 2012; Pachelle *et al*. 2016), considerando outros que podem ser variáveis (p. ex., presença de cerdas espiniformes sobre a margem disto-lateral do telso) ou depender da idade ou sexo do espécime (p. ex., desenvolvimento de um dente afiado na margem ventral do mero do P1 maior). Baseado no anterior, sugere-se que o material identificado como *B. biformis* reportado por Botter-Carvalho *et al*. (2012) para a costa de Pernambuco e por Pachelle *et al*. (2016) para a costa de Ceará, na realidade poderiam pertencer a *B. delicatulus*. Futuras comparações morfológicas poderiam esclarecer este dilema taxonômico.

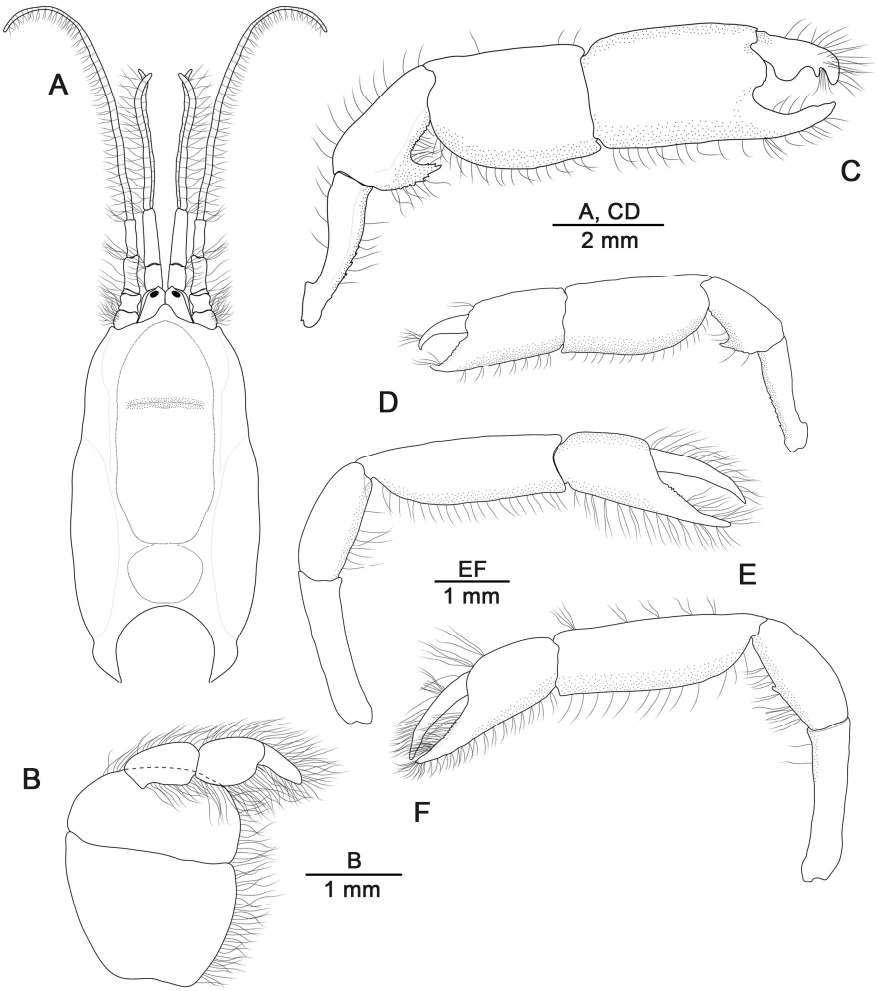


**Figura 2.** *Biffarius delicatulus* Rodrigues & Manning, 1992: espécime macho e fêmea (CRUSTA 170033); A, cefalotórax, vista dorsal; B, Mxp3, vista mesial; C, P1 maior do macho, vista lateral; D, P1 menor do macho, vista lateral; E, P1 direito da fêmea, vista lateral; F, P1 esquerdo da fêmea, vista lateral.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

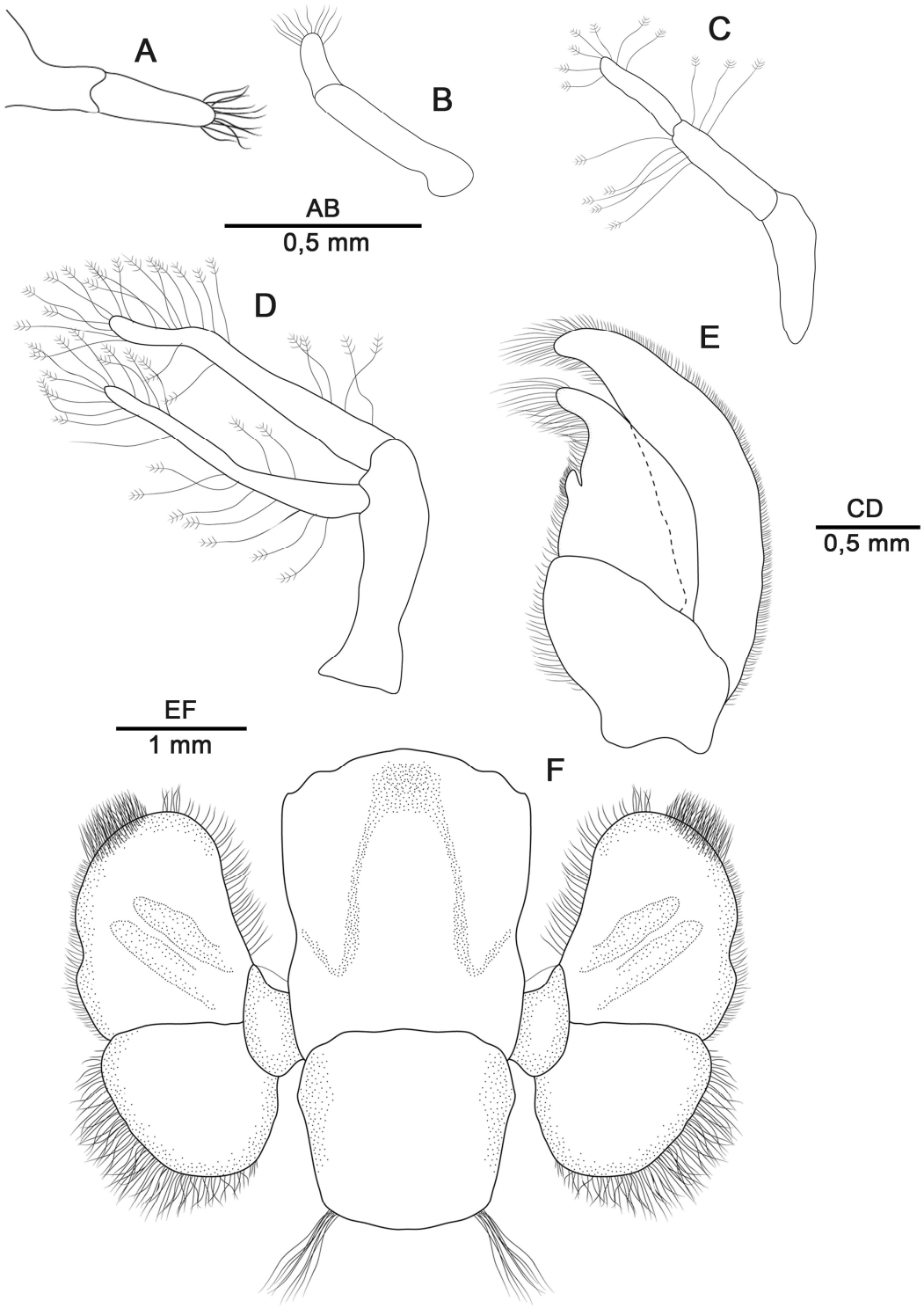


**Figura 3.** *Biffarius delicatulus* Rodrigues & Manning, 1992: espécime macho e fêmea (CRUSTA 170033); A, Plp1 do macho; B, Plp2 macho; C, Plp1 fêmea; D, Plp2 fêmea; E, Plp3-5; F, sexto segmento do abdome, telso e urópodos, vista dorsal.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## *Callichirus major* (Say, 1818) (Figs. 4A-I, 5A-F)

**Material examinado.** – Brasil. CRUSTA 170006, 23 espécimes (6 machos, CC: 11,0–17,5 mm; 23 fêmeas, CC: 10,7–18,3 mm), Praia do Crispim, Marapanim, Pará (00°34'58"S, 47°39'04"O), 9 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170005, 32 espécimes (8 machos, CC: 13,0–18,7 mm; 24 fêmeas, CC: 12,6–17,9 mm), Praia de Ajuruteua, Pará (00°49'40"S, 46°36'20"O), 7 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170004, 26 espécimes (10 machos, CC: 8,2–14,1 mm; 16 fêmeas, CC: 6,5–16,3 mm), Praia Olho d´agua, São Luis, Maranhão (02°28'44"S, 44°13'51"O), 6 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170003, 3 fêmeas, CC: 13,0–18,6 mm, Tutoia, Maranhão (02°45'40"S, 42°15'45"O), 5 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170002, 22 espécimes (8 machos, CC: 9,5–14,4 mm; 14 fêmeas, CC: 11,9–14,3 mm), Praia da Atalaia, Luís Correia, Piauí (02°53'22"S, 41°37'41"O), 3 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170001, 2 espécimes (1 macho, CC: 14,7 mm; 1 fêmea, CC: 12.6 mm), Camocim, Ceará (02°52'35"S, 40°55'24"O), 3 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 160012, 52 espécimes (28 machos, CC: 5,6–12,8 mm; 24 fêmeas, CC: 7,6–13,3 mm), Pirangi, Rio Grande do Norte (05°58'28"S, 35°07'28"O), 11 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160014, 14 espécimes (3 machos, CC: 4,6–10,5 mm; 11 fêmeas, CC: 11,9–18,0 mm), Praia de Baixa Verde, Ilha de Itamaracá, Pernambuco (07°45'17"S, 34°49'28"O), 17 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160010, 11 espécimes (6 machos, CC: 7,9–15,9 mm; 5 fêmeas, CC: 7,8–15,3 mm), Praia Piedade, Recife, Pernambuco (08°10'01"S, 34°54'47"O), 10 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160017, 29 espécimes (15 machos, CC: 9,0–16,0 mm; 14 fêmeas, CC: 12,9–17,7 mm), Praia do Sobral, Maceió, Alagoas (09°40'22"S, 35°33'44"O), 9 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 170021, 8 espécimes (6 machos, CC: 9,7–16,8 mm; 2 fêmeas, CC: 12,2–16,2 mm), zona intertidal do lado do emissário, Maceió, Alagoas (09°41'11"S, 35°45'53"O), 17 de maio de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170022, 8 espécimes (5 machos, CC: 11,6–14,0 mm; 3 fêmeas, CC: 13,3–15,7 mm), zona intertidal Ponta Verde, Maceió, Alagoas (09°39'37"S, 35°41'50"O), 17 de maio de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 160009, 44 espécimes (21 machos, CC: 9,0–17,7 mm; 23 fêmeas, CC: 10,3–18,0 mm), Praia Aruana, Aracajú, Sergipe (11°00'50"S, 37°03'50"O), 8 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160002, 10 espécimes (5 machos, CC: 12,4–15,0 mm; 5 fêmeas, CC: 10,6–17,5 mm), Estuário do rio Caravelas, Caravelas, Bahia (17°44'16"S, 39°11'15"O), 5 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160001, 54 espécimes (26 machos, CC: 11,5–15,7 mm; 28 fêmeas, CC: 8,6–14,7 mm), Praia Malvinas, Mucuri, Bahia (18°04'48"S, 39°32'35"O), 20 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160011, 38 espécimes (20 machos, CC: 7,2–12,5 mm; 18 fêmeas, CC: 6,8–12,5 mm), Piúma, Espírito Santo (20°50'37"S, 40°44'02"O), 3 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160013, 8 espécimes (3 machos, CC: 10,2–11,2 mm; 5 fêmeas, CC: 8,0–10,4 mm), Piúma, Espírito Santo (20°50'37"S, 40°44'02"O), 24 de dezembro de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160016, 22 espécimes (14 machos, CC: 5,7–11,9 mm; 8 fêmeas, CC: 7,4–11,5 mm), Barequeçaba, São Sebastião, São Paulo (23°49'39"S, 45°26'04"O), 2 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160058, 92 espécimes (28 machos, CC: 10,9–19,1 mm; 64 fêmeas, CC: 8,0–23,2 mm), Praia do Gonzaga, Santos, São Paulo (23°58'13"S, 46°20'04"W), 21 de maio de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160059, 6 espécimes (3 machos, CC: 8,6–15,5 mm; 3 fêmeas, CC: 7,9–8,3 mm), Cibratel, Itanhaém, São Paulo



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

(24°12’04”S, 46°48’45”O), 12 de agosto de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160023, 6 espécimes (3 machos, CC: 7,3–10,8 mm; 3 fêmeas, CC: 7,4–14,4 mm), Estuário do rio Peruíbe, Peruíbe, São Paulo (24°19’47”S, 46°59’59”O), 1 setembro de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 170030, 25 espécimes (11 machos, CC: 9,3–14,9 mm; 14 fêmeas, CC: 7,6–16,5 mm), Estuário da Barra do Una, Peruíbe, São Paulo (24°26’36”S, 47°04’54”O), 16 de novembro de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170025, 8 espécimes (6 machos, CC: 8,7–12,1 mm; 2 fêmeas, CC: 11,7–13,0 mm), Estuário da Praia do Guaraú, Guaraú, São Paulo (24°22’43”S, 47°01’18”O), 18 de novembro de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170029, 29 espécimes (8 machos, CC: 9,2–14,7 mm; 21 fêmeas, CC: 8,1–15,9 mm), Praia do Guaraú, Guaraú, São Paulo (24°22’16”S, 47°00’43”O), 18 de novembro de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170027, 7 espécimes (2 machos, CC: 12,1–16,8 mm; 5 fêmeas, CC: 8,1–18,8 mm), Praia da Juréia, Barra do Una, Peruíbe, São Paulo (24°26’17”S, 47°03’45”O), 17 de novembro de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170026, 6 espécimes (2 machos, CC: 10,4–12,2 mm; 4 fêmeas, CC: 14,6–16,8 mm), Praia de Caramboré, Barra do Una, Peruíbe, São Paulo (24°26’05”S, 47°03’25”O), 17 de novembro de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 180004, 12 espécimes (7 machos, CC: 13,0–19,5 mm; 5 fêmeas, CC: 13,4–19,6 mm), Praia da Juréia, Barra do Ribeira, Peruíbe, São Paulo (24°39’14”S, 47°23’03”O), 2 de maio de 2018, col. P. Hernáez; CRUSTA 160033, 12 espécimes (8 machos, CC: 6,4–18,7 mm; 4 fêmeas, CC: 12,6–15,9 mm), Ilha Comprida, São Paulo (24°45’22”S, 47°33’34”O), 1 de julho de 2016, col. P. Hernáez & J. Rio; CRUSTA 180003, 43 espécimes (25 machos, CC: 9,7–16,3 mm; 18 fêmeas, CC: 8,8–16,1 mm), Praia Domingueiros, Ilha do Mel, Paraná (25°33’39”S, 48°18’11”O), 4 de maio de 2018, col. P. Hernáez & J. Rio; CRUSTA 180001, 4 fêmeas, CC: 10,9–17,7 mm, Canto das Pedras, Pontal do Sul, Paraná (25°33’55”S, 48°21’17”O), 3 de maio de 2018, col. P. Hernáez & J. Rio; CRUSTA 160019, 37 espécimes (15 machos, CC: 7,9–16,7 mm; 22 fêmeas, CC: 10,0–16,4 mm), Praia de Leste, Pontal de Paraná, Paraná (25°37’50”S, 48°25’16”O), 2 de julho de 2016, col. P. Hernáez & J. Rio; CRUSTA 160020, 59 espécimes (23 machos, CC: 9,9–18,9 mm; 36 fêmeas, CC: 8,9–22,3 mm), Balneário Camboriú, Santa Catarina (26°59’20”S, 48°37’45”O), 3 de julho de 2016, col. P. Hernáez & J. Rio.

**Material comparativo (topotipo).** – Estados Unidos. USNM 228086, macho (CC: 13,2 mm), Indian River, Florida, Oceano Atlântico norte (27°10’14”N, 80°10’24”O), 9 de fevereiro de 1983, col. R.B. Manning; USNM 266127, macho (CC: 11,1 mm), Fort Pierce, Florida, Oceano Atlântico norte (27°28’18”N, 80°17’48”O), 2 de março de 1987, col. R.B. Manning; USNM 266125, fêmeas ovígeras (CC: 9,7–20,2 mm), Indian River, Florida, Oceano Atlântico norte (27°52’48”N, 80°27’24”O), 20 de abril de 1988, col. R.B. Manning, W. Lee, M. Schotte & C. King.

**Diagnose.** – Cefalotórax com área oval e protuberância cardíaca bem demarcada, rostro pequeno e triangular, duas projeções anterolaterais curtas e triangulares (Fig. 4A). Pedúnculos oculares com a ponta obtusa e ligeiramente separadas entre si a partir da região medial, nunca ultrapassando o primeiro segmento do pedúnculo antenular (Fig. 4A). Pedúnculo do A1 muito mais longo e robusto do que o A2, ambos sem cerdas sobre a margem dorsal, com o segundo



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

segmento do pedúnculo antenular ultrapassando ligeiramente o quarto segmento do pedúnculo antenal (Fig. 4A). Mxp3 com propodito expandido ventralmente, sem cresta dentada na face interna do ísquio. Heteroquelia em machos e fêmeas adultas, porém não em juvenis de ambos os sexos (Fig. 4B). P1 maior do macho com a ponta bífida e a margem interna lisa, dedo fixo com a borda lisa, margem dorsal e ventral do propodito paralelas, borda do carpo expandido proximalmente e com a margem ligeiramente dentada na porção proximal, mero robusto e maior em comprimento do que o carpo, superfície do mero rugosa e um grande gancho ventral, ísquio com a superfície rugosa e debilmente dentado na margem ventral (Fig. 4C). P1 menor do macho com a borda cortante do dáctilo e dedo fixo dentado, margem ventral do palma ligeiramente côncavo, superfície mesial do carpo com um sulco que percorre desde a região distal à proximal (Fig. 4D). P1 maior da fêmea com a borda cortante do dáctilo e dedo fixo, margens dorsal e ventral do propodito paralelas, borda do carpo expandido proximalmente e com a margem reta, margem ventral do carpo fortemente curvado e debilmente dentado na porção proximal, mero com um gancho menos proeminente do que o dos machos (Fig. 4E). P1 menor da fêmea similar ao do macho, porém com as bordas cortantes do dáctilo e propodito lisos (Fig. 4F). Plp1 unirreme em ambos os sexos, porém com dois segmentos nos machos e três nas fêmeas (Fig. 4G,H). Plp2 birreme em ambos os sexos, no macho sem apêndice masculino e na fêmea com um apêndice interno sobre a ponta do endopodito (Fig. 4I,J). Plps3-5 com o apêndice interno embebido na margem do endopodito (Fig. 4K). Telso bilobado, ligeiramente mais largo que comprido, com duas projeções sobre cada margem lateral e um dente mediano curvado para a frente, separando cada projeção (Fig. 5A,B). Base dos urópodos com uma proeminência ornamentada com um dente agudo projetado distalmente (Fig. 5C). Macho com proeminente gonóporo sobre a margem ventral da coxa do quinto pereiópodo (Fig. 5D). Fêmea com gonóporo oval sobre a margem ventral da coxa do terceiro pereiópodo e um gonóporo extra sobre a margem ventral da coxa do quinto pereiópodo (Fig. 5E, F).

**Distribuição.** – Atlântico ocidental: de Beaufort Inlet, Carolina do Norte a South Padre Island, noroeste do Golfo de México, Estados Unidos (Hay & Shore 1918; Felder 1973; Williams 1984), e de Cartagena, Caribe de Colombia a Santa Catarina, na região sul de Brasil (Rodrigues 1983; Melo 1999).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**Observações.** – Os espécimes de Callichirus da costa de Brasil compartilham algumas similaridades com *C. major* da Florida, por exemplo um rostro triangular pequeno, a forma geral dos pereiópodes 2-5, pleópodes 3-5 e urópodes (entre outros caracteres morfológicos). No entanto, os espécimes coletados ao longo da costa de Brasil diferem de *C. major*, entre outros aspectos, em ter um rostro com duas projeções anterolaterais triangulares; dáctilo do P1 masculino com a ponta bífida e uma borda cortante lisa, projeção proximal do carpo com a margem reta, o meropodito com a porção proximal da margem dorsal dentada; o P1 menor do macho com a borda cortante do dáctilo dentada e um processo espinhoso curvado anteriormente entre as projeções laterais do telso. Estudos prévios demonstraram que todas as populações de *C. major* do Atlântico dos Estados Unidos são geneticamente distintas de outras populações do Golfo do México, Colômbia e costa do Brasil (Staton & Felder 1995; Peiró 2012). Portanto, a informação morfológica aqui reportada sugere que a grande população de *C. major* do Atlântico Ocidental deveria ser separada, pelo menos, como duas espécies distintas. Para isto é necessário uma completa descrição do *Callichirus* do Brasil, assim como a comparação deste material com outros lotes de *C. major* procedentes do Golfo do México e costa do Caribe Colombiano, assim como a comparação com as outras duas espécies válidas do gênero *Callichirus* do Atlântico ocidental, Callichirus santarosaensis Sakai & Turkay, 2012 e *Callichirus islagrande* (Schmitt, 1935).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

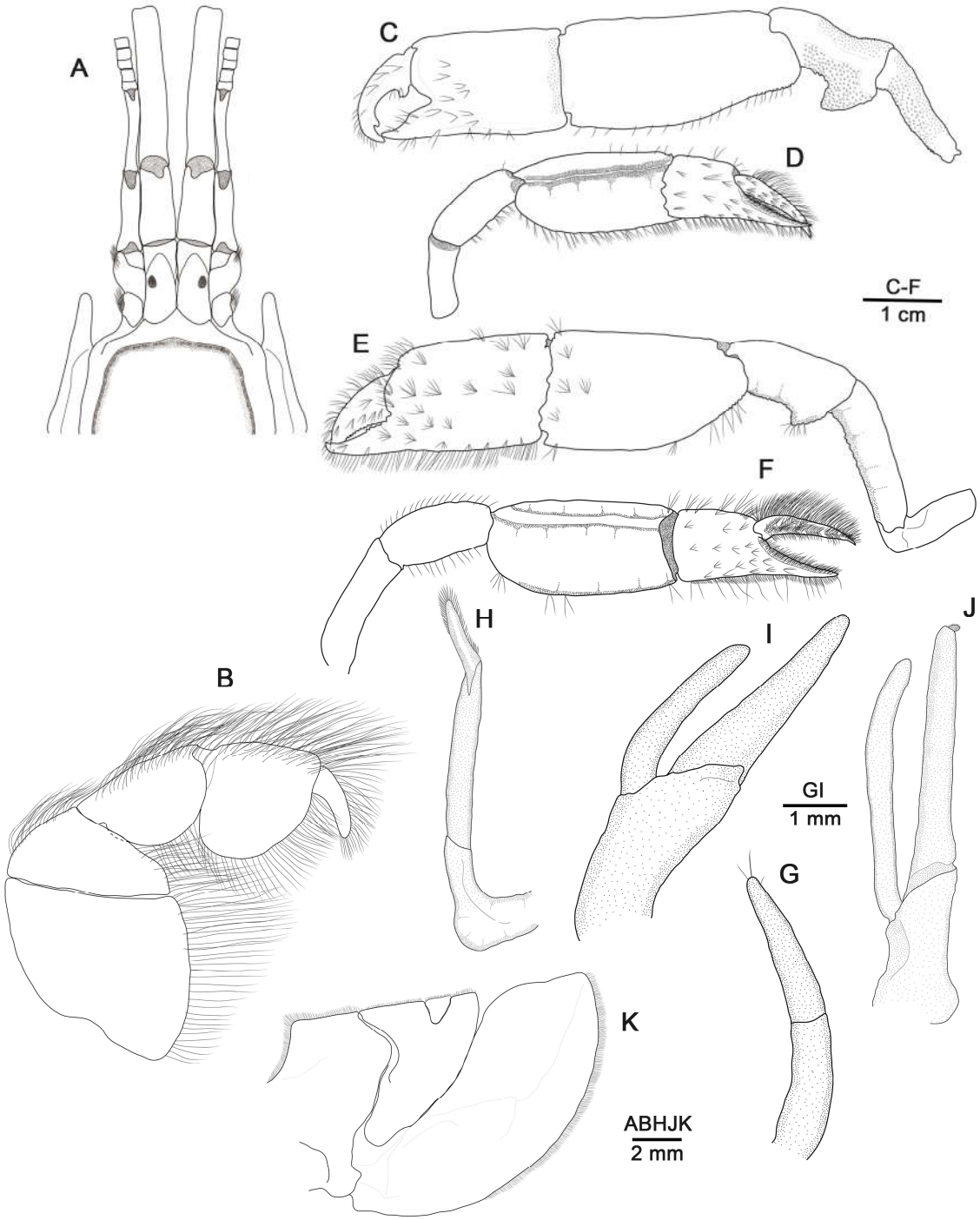


**Figura 4.** *Callichirus major* (Say, 1818): espécime macho e fêmea (CRUSTA 160058); A, região frontal do cefalotórax, vista dorsal; B, Mxp3, vista lateral; C, P1 maior do macho, vista lateral; D, P1 menor do macho, vista lateral; E, P1 maior da fêmea, vista lateral; F, P1 menor da fêmea, vista lateral; G, Plp1 do macho; H, Plp1 da fêmea; I, Plp2 do macho; J, Plp2 da fêmea; K, Plp3-5, vista mesial.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

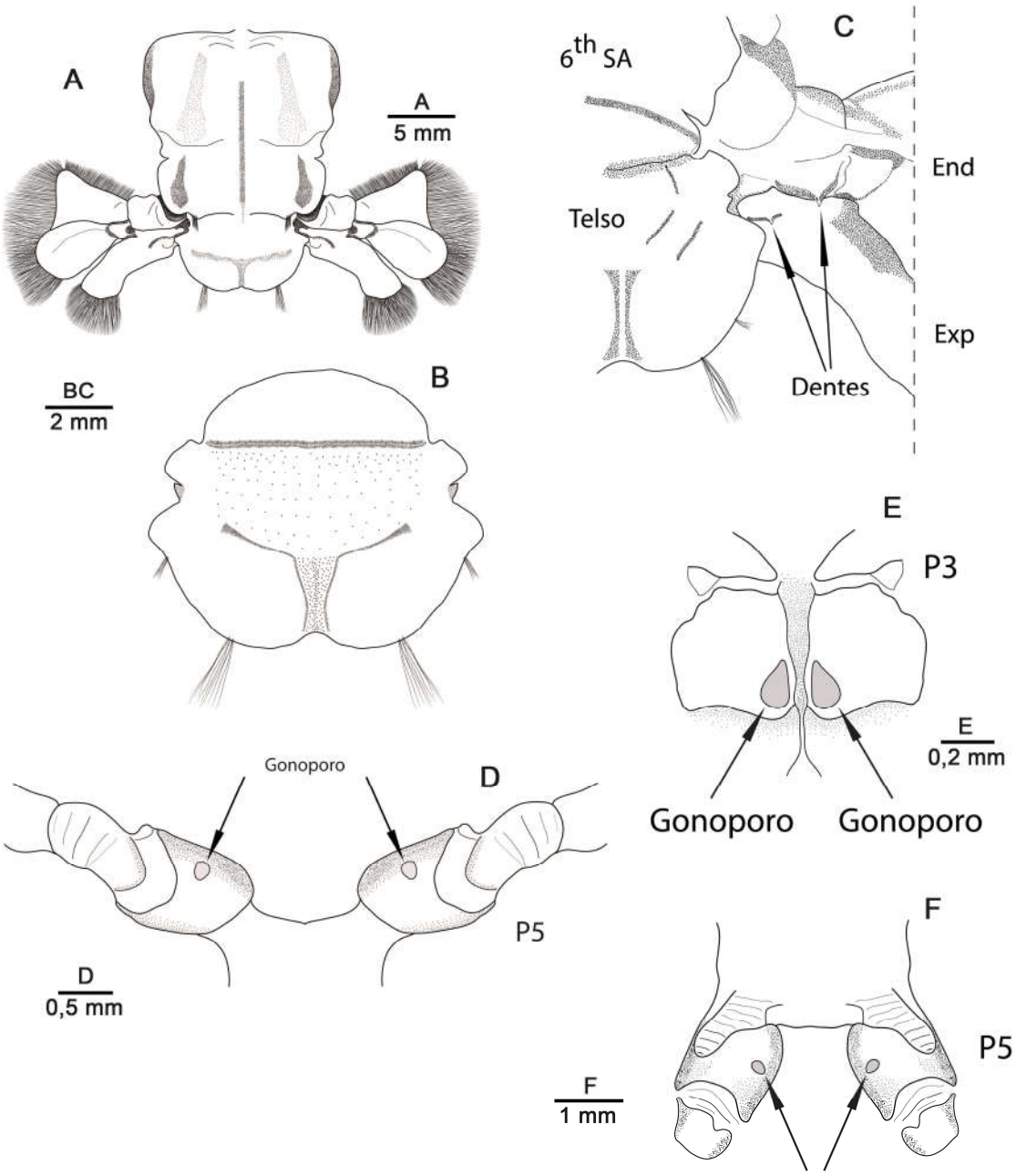


**Figura 5.** *Callichirus major* (Say, 1818): espécime macho e fêmea (CRUSTA 160058); A, Sexto somito abdominal, telso e urópodos, vista dorsal; B, telso, vista dorsal; C, detalhe da base dos urópodos, vista dorsal; D, gonóporo do macho, região ventral da coxa do P5; E, gonóporo da fêmea, região ventral da coxa do P3; F, gonóporo extra, região ventral da coxa do P3 da fêmea. End, Exp, 6thSA: Endopodito, Exopodito e Sexto somito abdominal, respectivamente.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 (Figs. 6A-F, 7A-E)

**Material examinado.** – Brasil. CRUSTA 170009, 9 espécimes (6 machos, CC: 4,6–10,2 mm; 3 fêmeas, CC: 5,3–9,9 mm), Praia de Marudá, Marapanim, Pará (00°37'31"S, 47°37'53"O), 9 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170024, 9 espécimes (5 machos, CC: 3,5–7,1 mm; 4 fêmeas, CC: 3,0–8,3 mm), Praia de Ajuruteua norte, Bragança, Pará (00°49'40"S, 46°36'20"O), 7 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170007, 25 espécimes (9 machos, CC: 7,7–10,2 mm; 16 fêmeas, CC: 5,3–9,1 mm), Porto do Dadão, Luís Correia, Piauí (02°53'22"S, 41°37'41"O), 4 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170008, 5 espécimes (1 macho, CC: 9,5 mm; 4 fêmeas, CC: 6,7–10,4 mm), Setor dos pescadores, Camocim, Ceará (02°53'03"S, 40°50'46"O), 3 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 160026, 12 espécimes (1 macho, CC: 8,4 mm; 11 fêmeas, CC: 8,4–11,3 mm), Praia da Arpoeira, Acaraú, Ceará (02°49'56"S, 40°05'08"O), 14 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 170024, 12 espécimes (4 machos, CC: 9,2–11,3 mm; 8 fêmeas, CC: 8,3–11,2 mm), Boca da Barra, Maceió, Alagoas (09°42'13"S, 35°47'04"O), 17 de maio de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 160006, 9 espécimes (2 machos, CC: 9,3–10,8 mm; 7 fêmeas, CC: 7,5–12,4 mm), Manguezal do Saleiro, Península de Maraú, Bahia (14°02'38"S, 38°58'23"O), 7 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160003, 12 espécimes (7 machos, CC: 6.9–11,7 mm; 5 fêmeas, CC: 5,3–11,7 mm), Estuário do rio Caravelas, Caravelas, Bahia (17°44'16"S, 39°11'15"O), 5 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160008, 20 espécimes (10 machos, CC: 8,2–9,7 mm; 10 fêmeas, CC: 5,8–12,1 mm), Ponta da Barra, Estuário do rio Mucuri, Mucuri, Bahia (18°05'34"S, 39°32'51"O), 20 de junho de 2016, col. P. Hernáez.

**Diagnose.** – Cefalotórax com área oval bem demarcada e sem protuberância cardíaca, projeções anterolaterais arredondadas, rostro bem desenvolvido pontiaguso, cujo extremo ultrapassa os pedúnculos oculares, pedúnculo do A1 notoriamente mais comprido e da mesma grossura que o A2, terceiro segmento do A1 mais de duas vezes o comprimento do segundo segmento (Fig. 6A). Mxp3 com propodito robusto e subquadrado (Fig. 6B), sem cresta dentada sobre a superfície interna do ísquio. Heteroquelia notória em machos e fêmeas adultas. P1 maior do macho robusto, com a margem ventral do ísquio dentada e a borda dorsal côncava, borda ventral do mero lisa e com um gancho ventral proximal curvado e de ponta afiada, comprimento do carpo similar ao da palma, dedo fixo fornecido com um grande dente arredondado, dedo móvel com dois dentes triangulares grandes e um terceiro subquadrado de posição proximal (Fig. 6C). P1 menor do macho com a margem ventral do ísquio ligeiramente dentada na porção distal, pequeno gancho meral curvado e pontiagudo, margens dorsal e ventral do carpo e propodito lisos, bordas cortantes do dedo fixo e móvel lisos (Fig. 6D). P1 maior da fêmea com a margem ventral do ísquio fortemente dentado e a borda dorsal côncava,



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

borda ventral do mero notoriamente dentado e com um gancho quase na articulação com o ísquio, carpo menos comprido que a palma, com as margens dorsal e ventral lisas, bordas cortantes do dedo fixo e móvel com dentes diminutos, ponta do dáctilo fortemente curvada em sua porção distal (Fig. 6E). P1 menor da fêmea com a borda ventral do ísquio diminutamente dentada, gancho meral diminuto, margens dorsal e ventral do carpo e propodito lisos, bordas cortantes do dedo fixo e móvel lisos (Fig. 6F). Plp1 unirreme em ambos os sexos, porém com dois segmentos em machos e com três nas fêmeas (Fig. 7A,B). Segmento distal do Plp1 masculino e feminino em forma de pinça e pá, respectivamente (Fig. 7A,B). Plp2 birreme em ambos os sexos, apêndice masculino ausente, apêndice interno presente em ambos os sexos, no macho notório e de posição distal, na fêmea de menor tamanho e projetado lateralmente (Fig. 7C,D). Plps3-5 com o apêndice interno embebido na margem do endopodito (Fig. 7E). Telso quadrado, margem distal ligeiramente convexo na região meia (Fig. 7F). Base dos urópodos com um dente agudo projetado distalmente, exopodito subdividido num lobo anterior de menor tamanho que o lobo posterior, margem distolateral do lobo anterior com uma série de espinhos, endopodito pentagonal (Fig. 7F).

**Distribuição.** – Atlântico sul ocidental, Brasil: de Marapanim, Pará (Felder & Rodrigues 1993) até o Estuário do rio Mucuri, Bahia (presente estudo).

**Observações.** – O presente estudo estende em aproximadamente 50 km o limite sul da distribuição geográfica de *Lepidophthalmus siriboia*. Além disso, oferece novos registros para esta espécie endêmica da costa de Brasil em alguns estados onde nunca havia sido antes reportada (p. ex., Piauí, Alagoas). *Lepidophthalmus siriboia* é morfologicamente muito próxima de outras espécies do Atlântico ocidental, podendo ser distinguida de *Lepidophthalmus jamaicense* (Schmitt, 1935), *Lepidophthalmus manningi* Felder & Staton, 2000 e *Lepidophthalmus richardi* Felder & Manning, 1997, pela ausência de placas calcificadas sobre os esternitos do primeiro e segundo somitos abdominais (Felder & Rodrigues 1993; Felder & Manning 1997; Felder & Staton 2000) e de *Lepidophthalmus sinuensis* Lemaitre & Rodrigues, 1991, pela ausência de projeções anterolaterais subretangulares (Lemaitre & Rodrigues 1991). Tal como em *L. siriboia*, *Lepidophthalmus louisianensis* (Schmitt, 1935) e *Lepidophthalmus statoni* Felder, 2015, não possuem placas esternais calcificadas (Felder & Rodrigues 1993; Felder 2015). No entanto, por análise das



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

figuras disponíveis na literatura, ambas as espécies podem ser facilmente distintas de *L. siriboia* porque nelas o segundo segmento do A1 não ultrapassa o quarto segmento do A2, enquanto que em *L. siriboia* a margem superior de ambos os segmentos coincide.

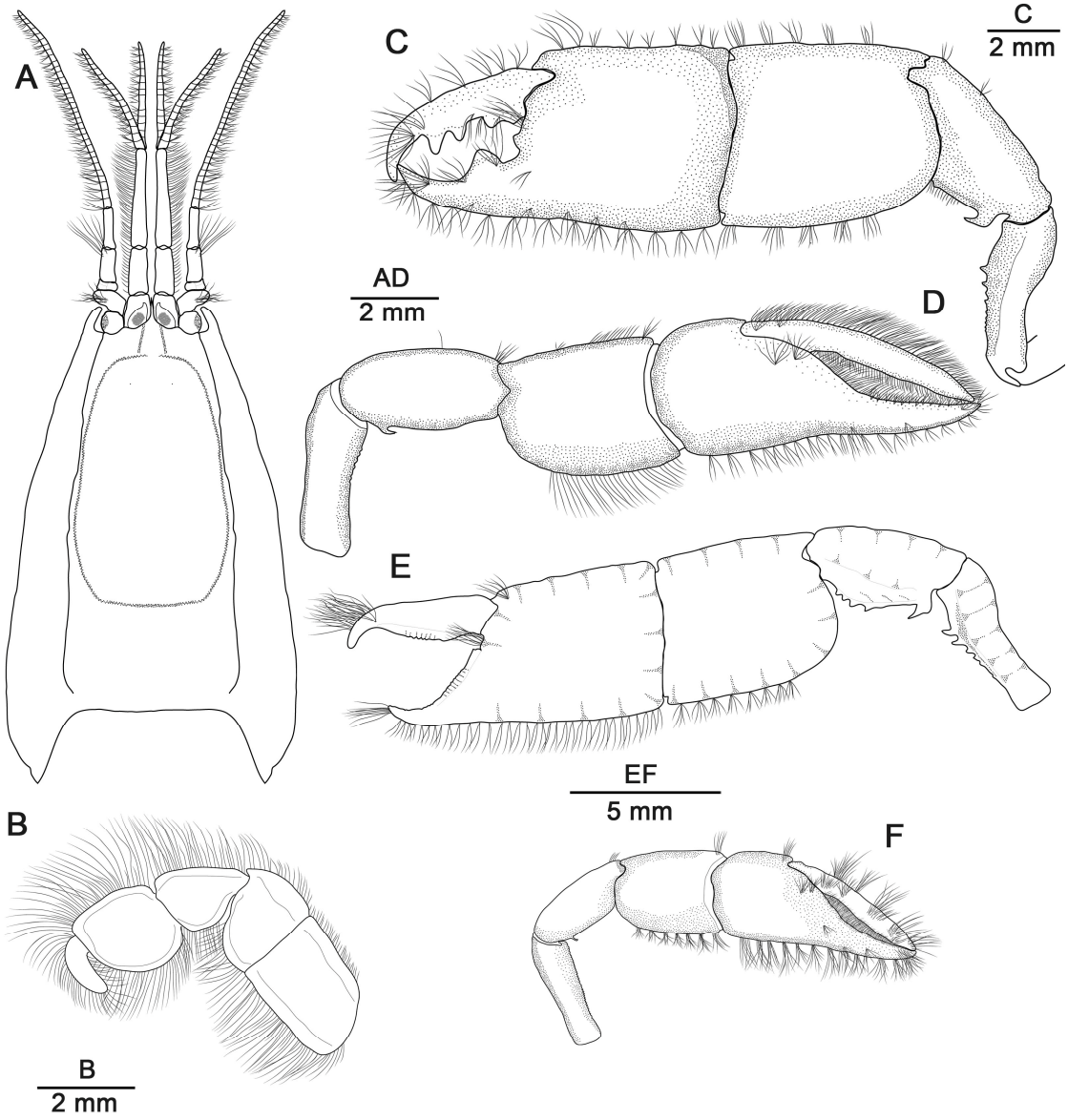


**Figura 6.** *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993: espécime macho e fêmea (CRUSTA 170007); A, cefalotórax, vista dorsal; B, Mxp3, vista lateral; C, P1 maior do macho, vista lateral; D, P1 menor do macho, vista lateral; E, P1 direito da fêmea, vista lateral; F, P1 esquerdo da fêmea, vista lateral.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

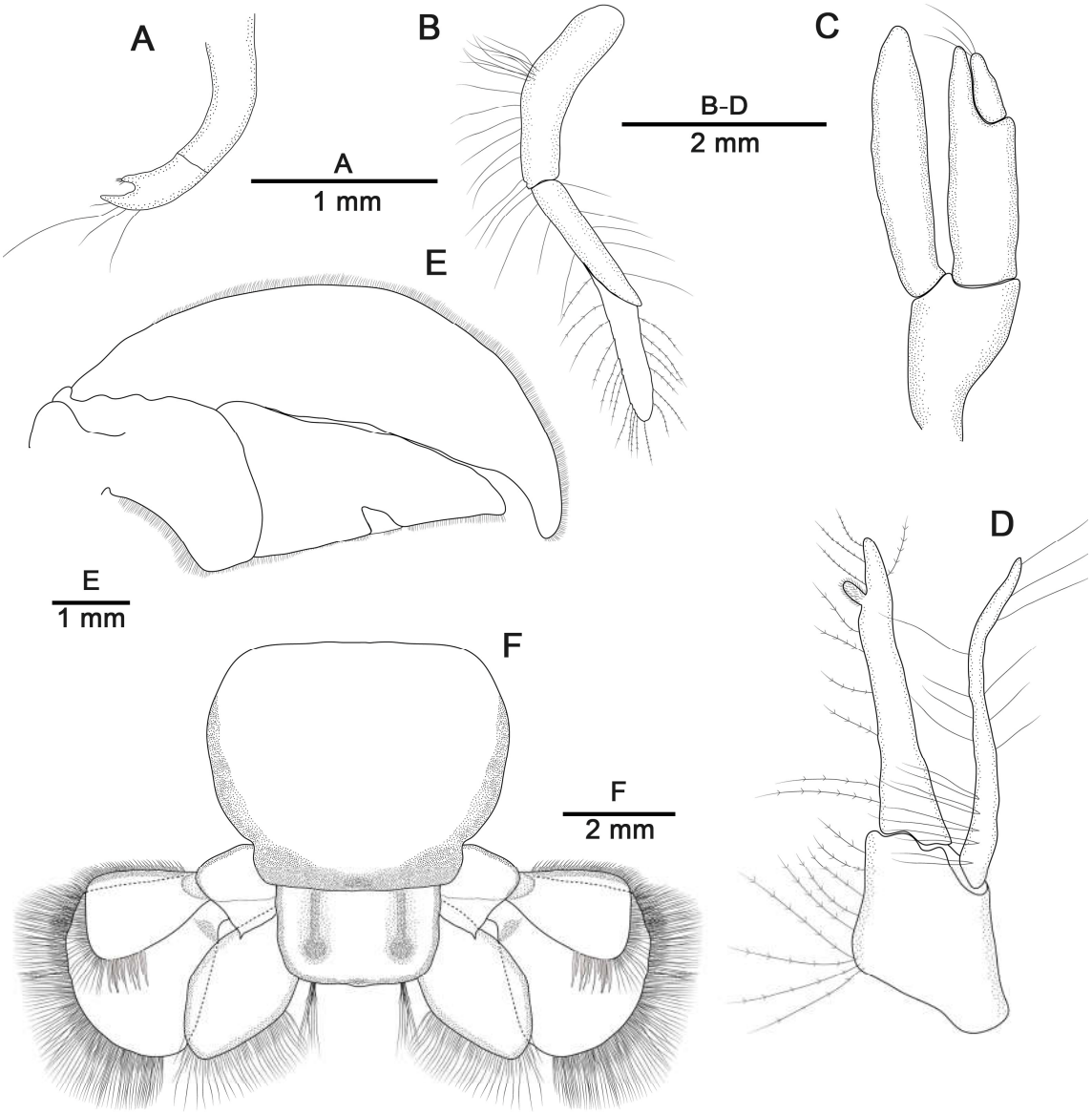


**Figura 7.** *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993: espécime macho e fêmea (CRUSTA 170007); A, Plp1 do macho, vista lateral; B, Plp1 da fêmea, vista lateral; C, Plp2 do macho, vista lateral; D, Plp2 da fêmea, vista lateral; E, Plp3-5, vista mesial; F, Telso e urópodos, vista dorsal.

## *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 (Figs. 8A-G, 9A-F)

**Material examinado.** – Brasil. CRUSTA 170016, 5 espécimes (1 macho, CC: 10,8 mm; 4 fêmeas, CC: 9,0–14,2 mm), Praia de Tutóia, Tutóia, Maranhão (02°45'40"S, 42°15'45"O), 5 de julho de 2017, col. P. Hernáez;



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

CRUSTA 170019, 10 espécimes (6 machos, CC: 6,8–14,5 mm; 4 fêmeas, CC: 8,3–14,3 mm), Praia de Barrinhã, Barra Grande, Piauí (02°55'03"S, 41°22'28"O), 13 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 170020, 7 espécimes (4 machos, CC: 6,2–8,5 mm; 3 fêmeas, CC: 8,0–9,7 mm), Frente a Reserva Peixe Boi, Cajueiro da Praia, Piauí (02°55'34"S, 41°20'11"O), 13 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 160015, 23 espécimes (7 machos, CC: 9,4–13,5 mm; 16 fêmeas, CC: 9,3–17,5 mm), Mangue de Icapuí, Icapuí, Ceará (04°40'55"S, 37°21'30"O), 16 de junho de 2016, col. P. Hernáez.

**Diagnose. –** Cefalotórax com área oval ligeiramente demarcada e sem protuberância cardíaca; projeções anterolaterais agudas e bem desenvolvidas; rostro notório e subtriangular, com a ponta terminando num espinho que ultrapassa as córneas; três costelas na região anterior dos branquiostegitos fornecidas com um lobo anterior entre a primeira e segunda costela e dois lobos entre a segunda e terceira costela; pedúnculos oculares não ultrapassam o primeiro segmento antenular; pedúnculo do A1 mais curto que o A2, terceiro segmento do A1 mais de duas vezes o comprimento do segmento dois (Fig. 8A). Mxp3 com propodito robusto e subquadrado (Fig. 8B), com cresta dentada sobre a superfície interna do ísquio e um grande dente agudo na margem interna do basipodito (Fig. 8C). P1 maior dos machos robusto, com ísquio e mero fortemente dentados na margem ventral; carpo subtriangular, comprimento aproximadamente duas vezes o comprimento da palma; propodito com a borda ventral debilmente dentado, borda ventral da palma dentada, borda cortante do dedo fixo com um grande dente arredondado na porção intermediaria e vários dentes arredondados pequenos para a porção proximal; dedo móvel com um grande dente retangular na porção proximal (Fig. 8D). P1 menor dos machos esbelto; comprimento do ísquio, mero e propodito similares; margem ventral do mero levemente dentado na porção intermediária, borda cortante do dedo fixo e móvel lisos (Fig. 8E). P1 esquerdo da fêmea robusto com a margem ventral do ísquio dentado e a margem dorsal côncava, margem ventral do mero ornamentado com dentes grandes, carpo curto e subtriangular, aproximadamente a metade do comprimento da palma, borda cortante do dedo fixo e móvel lisos, dente grande e triangular sobre a porção intermediara do dedo fixo e dente retangular sobre a porção proximal do dáctilo (Fig. 8F). P1 menor da fêmea similar ao menor do macho (Fig. 8G). Plp1 unirreme em ambos os sexos, porém com dois segmentos em machos e com três nas fêmeas (Fig. 9A,B). Segmento distal do Plp1 masculino e feminino em forma de pinça e pá, respectivamente (Fig. 9A,B). Plp2 birreme em ambos os sexos, apêndice masculino ausente, apêndice interno bem desenvolvido, digitiforme e projetado desde a margem distal do endopodito em ambos os sexos (Fig. 9C,D).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Plps3-5 com o apêndice interno projetado desde a margem intermediária do endopodito (Fig. 9E). Telso mais largo que comprido, trapezoidal, com margem distal convexa, exopodito uropodal subdividido longitudinalmente por uma carina e endopodito uropodal amplo distalmente (Fig. 9F).

**Distribuição. –** Atlântico ocidental: Florida, Estados Unidos; Bluefields, Jamaica; St. Croix, Virgin islands; Twin Cays e Cassiopeia Cove, Belize; Santa Marta, Colômbia; Venezuela; Piauí, Maranhão, Ceará, Pernambuco, Alagoas, Brasil (Biffar 1971; Manning & Heard 1986; Botter-Carvalho *et al.* 1995; Sakai 2005; Pachelle *et al*. 2016; presente estudo).

**Observações. –** *Neocallichirus maryae* possui uma ampla distribuição latitudinal ao longo do Atlântico ocidental norte e sul, incluindo um registro na região insular do Caribe. Esta espécie foi descrita originalmente por Schmitt (1935) como *Callianassa rathbunae* a partir de espécimes machos coletados na Jamaica. Posteriormente, foi transferida no gênero Neocallichirus por Manning & Felder (1991) e renomeada como *Neocallichirus maryae* por Karasawa (2004). Na costa de Brasil tem sido coletada por Pachelle *et al*. (2016), Calado *et al*. (1998) e Botter-Carvalho *et al*. (1995) para o litoral de Ceará, Pernambuco e Alagoas, respectivamente. O presente estudo estende em quase 600 km o limite norte da distribuição desta espécie para a costa do Brasil, registrando novos registros para o litoral de Maranhão e Piauí. *Neocallichirus maryae* é uma espécie comum em praias de sedimento muito fino (0,125 a 0,062 mm), misturado com cascalho próximos a áreas de manguezais. A morfologia do material coletado no presente estudo se ajusta em geral aos desenhos disponíveis na literatura para espécimes de *N. maryae* procedentes da Flórida e Jamaica, mostrando pequenas diferença no número de segmentos do Plp2 feminino e na extensão da dentição na margem ventral do mero do P1 do macho, que é mais curta nos espécimes destes países. Manning & Felder (1991) mencionam que op apêndice interno do Plp3-5 é embebido na margem do endópodo nas espécies americanas do gênero *Neocallichirus*. Esta característica não está presente nos espécimes coletados no presente estudo, onde o apêndice interno é claramente projetado fora da margem do endópodo. Esta espécie é morfologicamente similar a *Neocallichirus raymanningi* Blanco-Rambla & Lemaitre, 1999, ressaltando como uma diferença fácil de identificar a forma de seu rostro, que termina num espinho agudo em *N. maryae* (sendo arredondado em *N. raymanningi*) e o comprimento do carpo do P1 dos machos



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

que é menos da metade do comprimento da palma em *N. raymanningi*, enquanto em *N. maryae* alcança a metade.

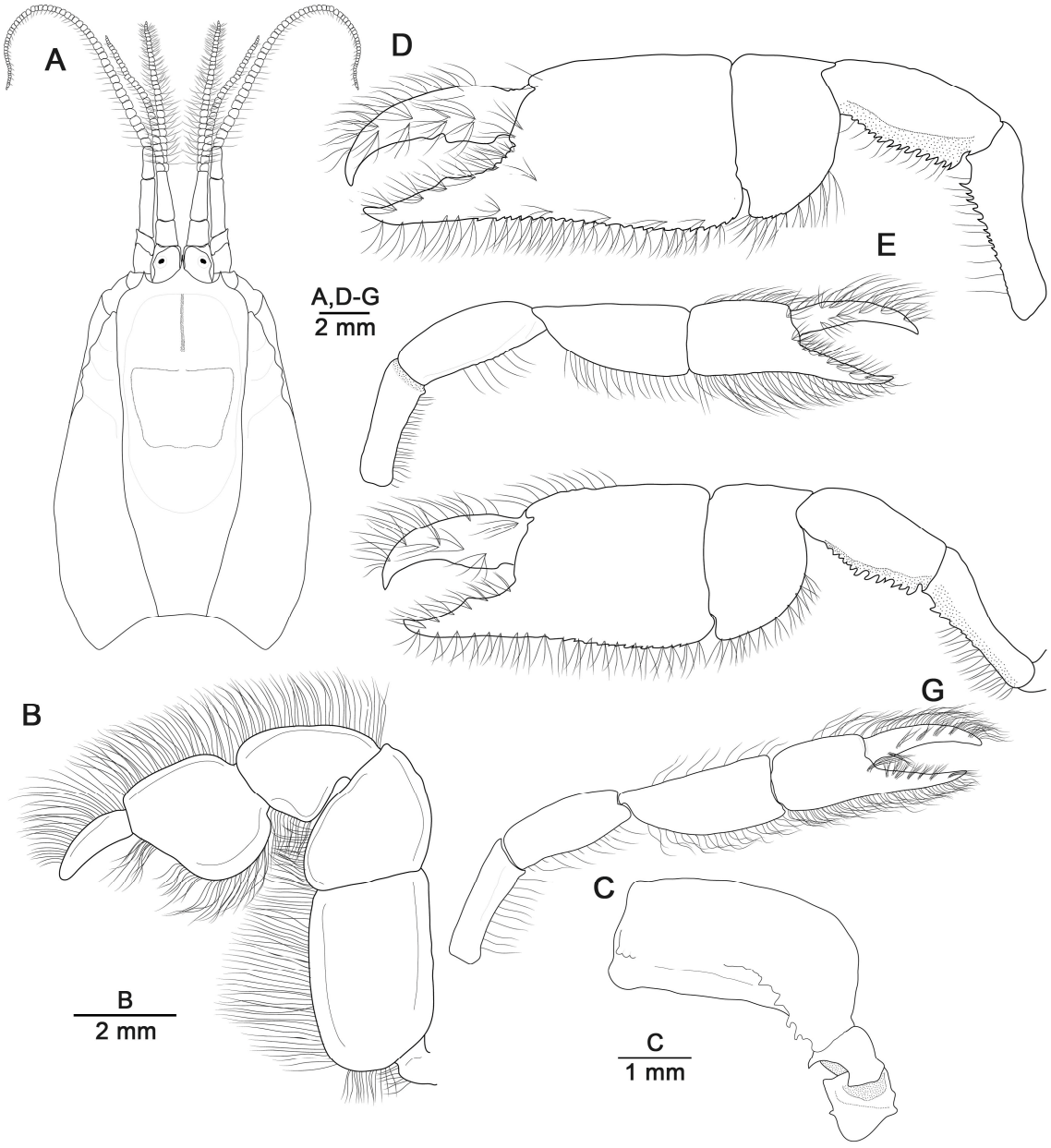


**Figura 8.** *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004: espécime macho e fêmea (CRUSTA 170016); A, cefalotórax, vista dorsal; B, Mxp3, vista lateral; C, cresta dentada na margem interna do ísquio no Mxp3; D, P1 maior do macho, vista lateral; D, P1 menor do macho, vista lateral; E, P1 esquerdo da fêmea, vista lateral; F, P1 direito da fêmea, vista lateral.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

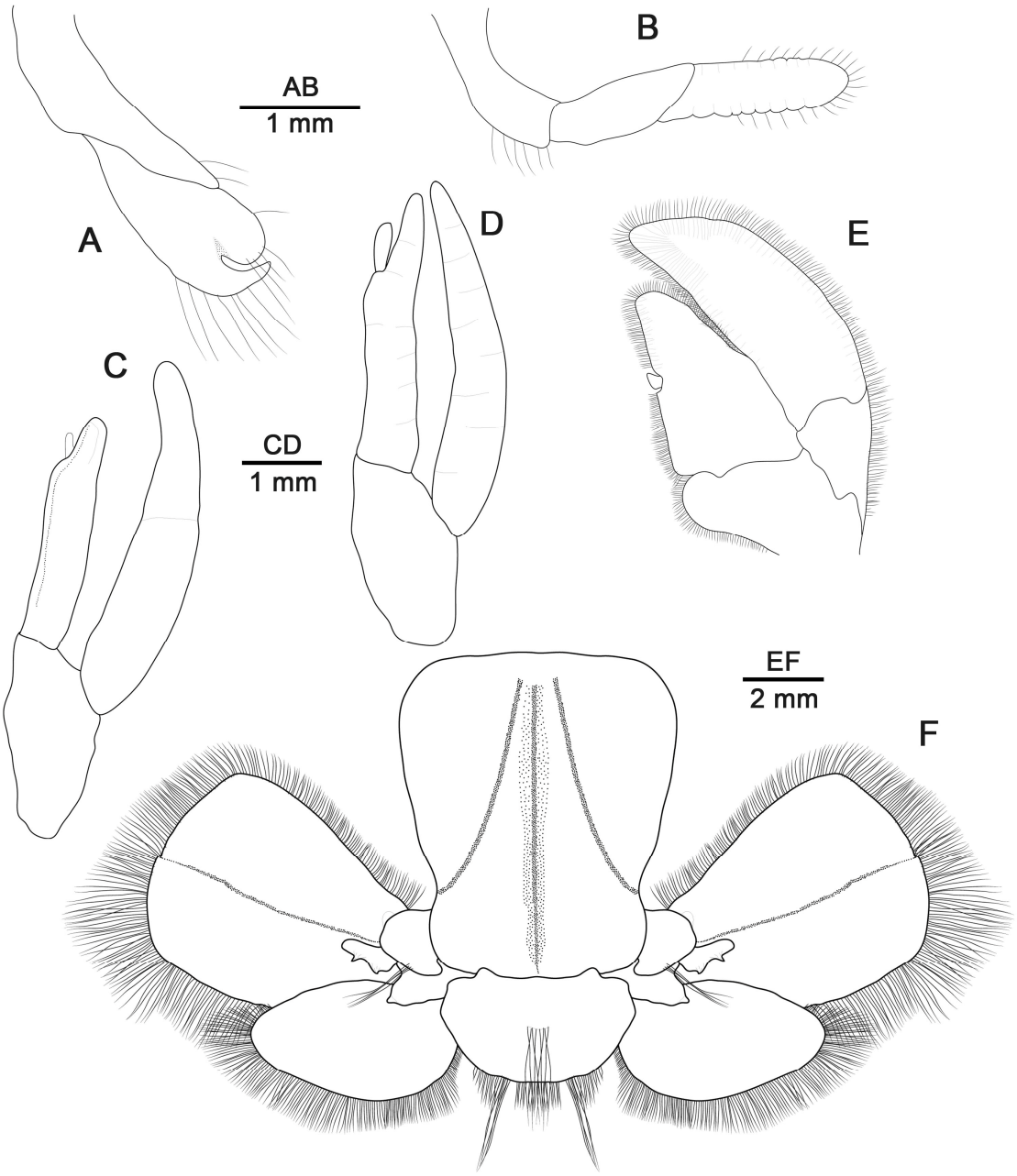


**Figura 9.** *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004: espécime macho e fêmea (CRUSTA 170016); A, Plp1 do macho; B, Plp1 da fêmea; C, Plp2 do macho; D, Plp2 da fêmea; E, Plp3-5; F, telso e urópodos, vista dorsal.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

*Neocallichirus nickellae* **Manning, 1993 (Figs. 10A-F, 11A-F)**

**Material examinado. –** Brasil. CRUSTA 160007, 13 espécimes (6 machos, CC: 7,0–20,7 mm; 7 fêmeas, CC: 11,2–20,6 mm), Praia de Saquaíra, Península de Maraú, Bahia (14°02'38"S, 38°56'55"O), 6 de junho de 2016, col. P. Hernáez.

**Diagnose. –** Camarões com o corpo bem calcificado. Cefalotórax com área oval ligeiramente demarcada e sem protuberância cardíaca, projeções anterolaterais arredondadas, rostro débil com a ponta arredondada que não ultrapassa o primeiro segmento antenal, três costelas na região anterior dos branquiostegitos, cujas bordas formam quatro lobos arredondados de diferente tamanho, pedúnculos oculares ultrapassam levemente o primeiro segmento antenular, pedúnculo do A1 mais curto, porém mais grosso, que o A2 (Fig. 10A). Mxp3 com propodito robusto e subquadrado (Fig. 10B), possuindo cresta dentada sobre a superfície interna do ísquio. Heteroquelia presente nos machos e fêmeas adultas. P1 maior do macho robusto, com ísquio debilmente dentado na porção intermediária da margem ventral, mero com expansão ventral fortemente dentada, carpo subquadrado mais curto que a palma, margem ventral da palma dentado, borda cortante do dedo fixo lisa, borda cortante do dáctilo com um grande dente subtriangular nos adultos de grande tamanho e subretangular nos adultos de menor tamanho (Fig. 10C). P1 menor do macho esbelto e pobremente ornamentado, carpo ligeiramente menor em comprimento que a palma, dentes grandes sobre a borda cortante do dedo fixo (Fig. 10D). P1 maior da fêmea robusto, com a margem ventral do ísquio dentada, mero com expansão ventral fortemente dentada, carpo mais curto que a palma, dedo fixo com a borda cortante fornecida de dentes pequenos e agudos, dáctilo com a ponta fortemente curvada, um dente triangular pequeno e um grande dente retangular (Fig. 10E). P1 menor da fêmea esbelto com a margem ventral do mero fornecido com dentes pequenos e agudos, carpo mais comprido que a palma com as bordas dorsal e ventral curvadas, dedo fixo com três dentes pequenos e agudos sobre a borda cortante, dáctilo com a borda cortante lisa (Fig. 10F). Plp1 unirreme em ambos os sexos, porém com dois segmentos em machos e com três nas fêmeas (Fig. 11A,B). Segmento distal do Plp1 masculino arredondado e em forma de pinça, o feminino com o segmento distal em forma de pá (Fig. 11A,B). Plp2 birreme em ambos os sexos, apêndice masculino claramente demarcado na parte distal do endópodo, apêndice interno digitiforme e de pequeno tamanho, seção proximal fusionada ao endópodo;



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

projetado, digitiforme e fino nas fêmeas (Fig. 11C,D). Plps3-5 com a apêndice interno projetado desde a margem intermediária do endopodito (Fig. 11E). Sexto segmento abdominal com a parte posterior dividida em dois lobos, telso mais comprido que largo, hexagonal, margem distal convexa, exopodito uropodal subdividido longitudinalmente por uma carina, endopodito uropodal amplo distalmente (Fig. 11F).

**Distribuição.** – Atlântico ocidental: Buccoo, Trinidad e Tobago (Manning 1993), Bahia, Brasil (presente estudo).

**Observações.** – *Neocallichirus nickellae* foi descrita originalmente por Manning (1993) a partir de dois espécimes machos coletados na ilha de Trinidad e Tobago, frente à costa de Venezuela. Os espécimes coletados no presente estudo se ajustam à morfologia geral desta espécie, que representa o segundo registro de *N. nickellae* no mundo inteiro, além de fornecer pela primeira vez uma descrição e figuras para espécimes femininos. O gênero *Neocallichirus* está representado por seis espécies ao longo do Atlântico ocidental, com três delas anteriormente reportadas para a costa de Brasil (*Neocallichirus cacahuate* Felder & Manning, 1995, *Neocallichirus grandimana* [Gibbes, 1850], *N. maryae*), somado ao novo reporte de *N. nickellae*, feito na presente contribuição. As outras duas espécies, *Neocallichirus lemaitre* Manning, 1993 e *Neocallichirus raymanningi* Blanco-Rambla & Lemaitre, 1999, procedentes do Caribe colombiano e costa de Venezuela, respectivamente, não tem sido ainda reportadas no Brasil. Neocallichirus nickellae poder ser facilmente diferenciada de *N. maryae* e *N. raymanningi* pela ausência de projeções anterolaterais agudas no cefalotórax, bem como de *N. cacahuate* e *N. grandimana*, por possuir um carpo com comprimento similar à palma, enquanto que nestas duas espécies o carpo é notoriamente menor em comprimento. Quanto as diferenças entre *N. lemaitre* e *N. nickellae*, Manning (1993) menciona que podem ser diferenciadas pela forma do dente proximal presente na borda cortante do dáctilo, que é triangular em *N. nickellae* e retangular em *N. lemaitre*. A análise deste caráter nos espécimes machos coletados permitiu identificar as duas formas, sendo a triangular exclusiva dos machos adultos maiores, enquanto a retangular ocorre apenas dos machos adultos menores. Isto demonstra que tal caráter varia ao longo da ontogenia de *N. nickellae*, sugerindo que ambas espécies poderiam em realidade corresponder a um mesmo táxon.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

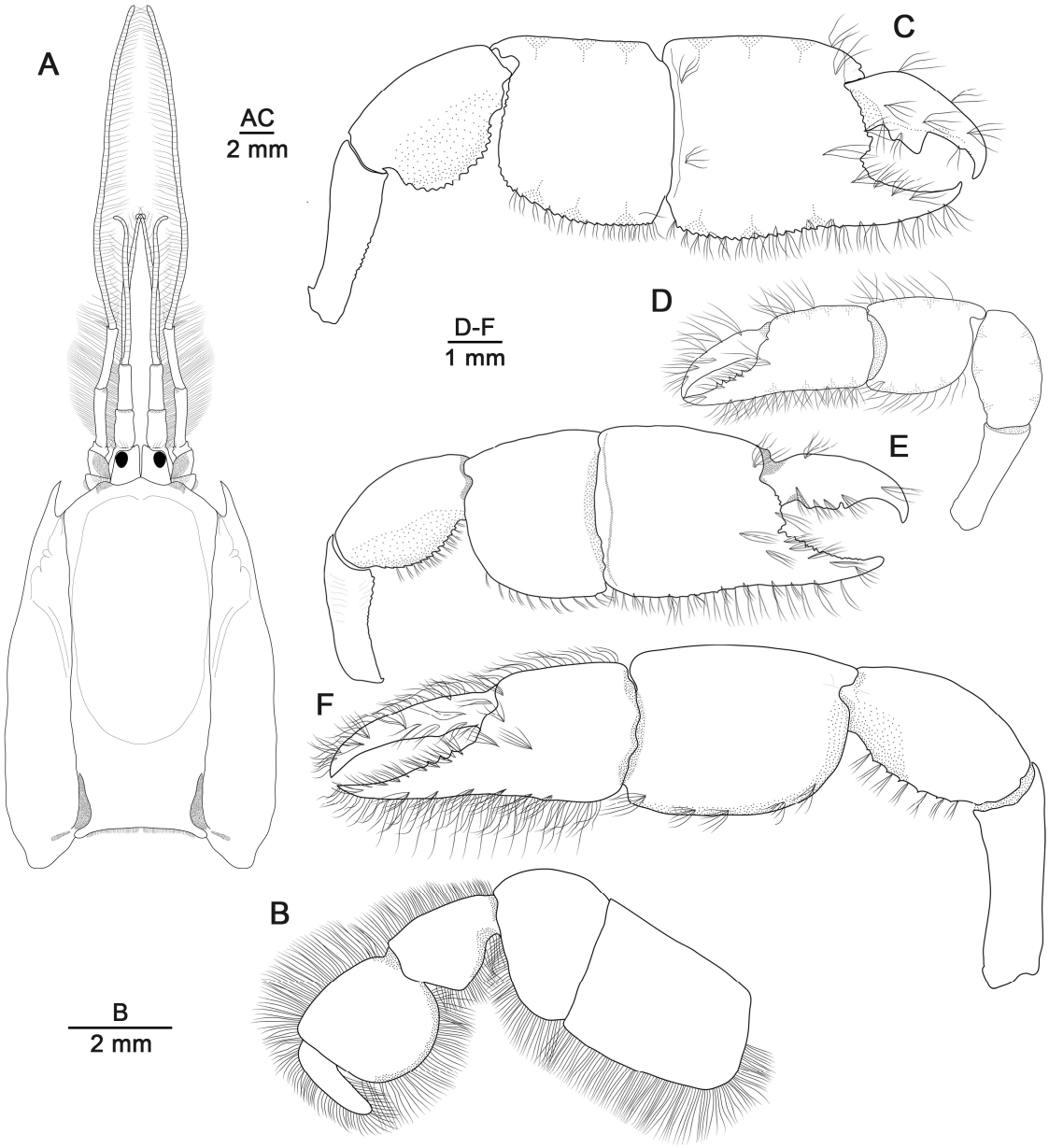


**Figura 10.** *Neocallichirus nickellae* Manning, 1993: espécime macho e fêmea (CRUSTA 160007); A, cefalotórax, vista dorsal; B, Mxp3, vista lateral; C, P1 maior do macho, vista lateral; D, P1 menor do macho, vista lateral; E, P1 maior da fêmea, vista lateral; F, P1 menor da fêmea, vista lateral.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

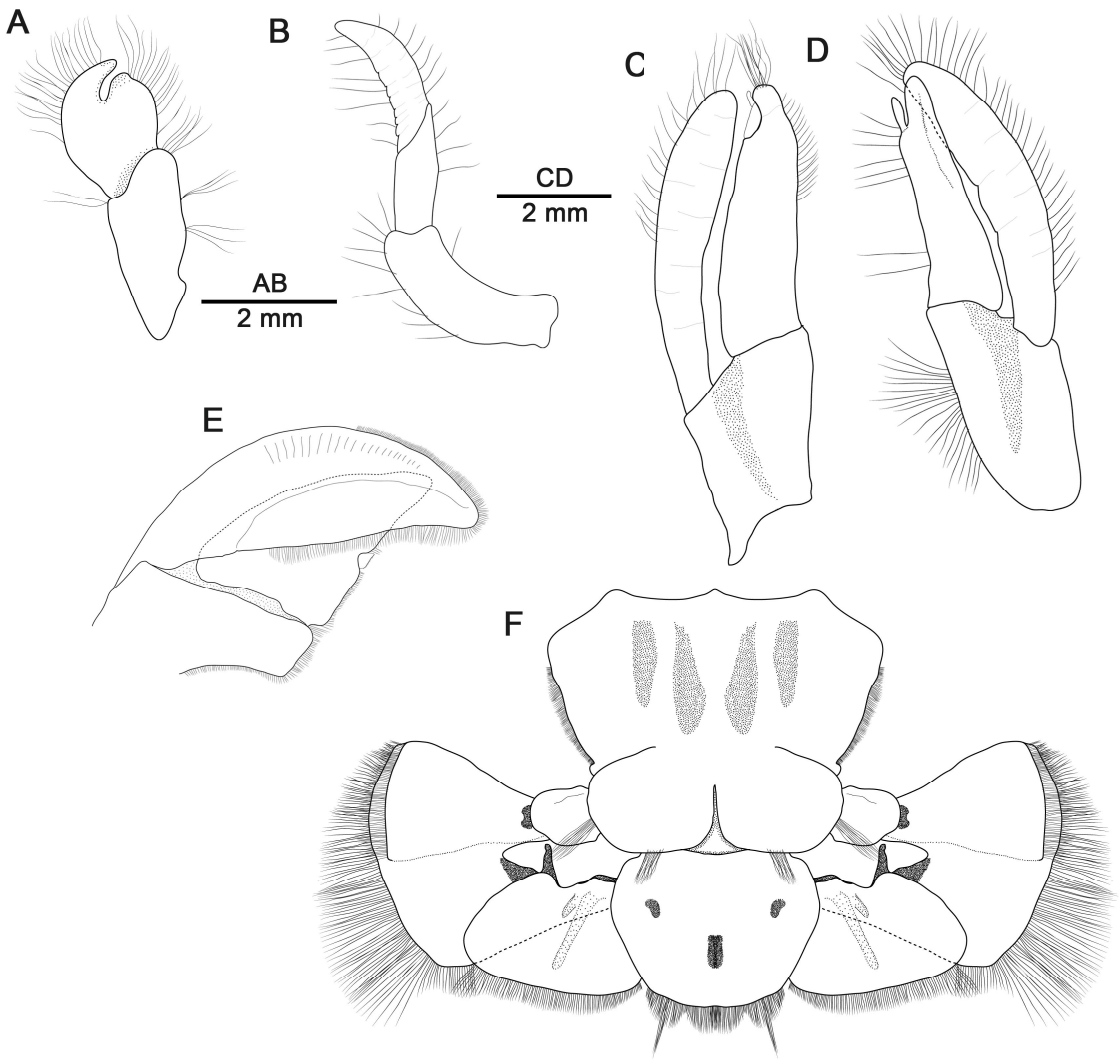


**Figura 11.** *Neocallichirus nickellae* Manning, 1993: espécime macho e fêmea (CRUSTA 160007); A, Plp1 masculino; B, Plp1 feminino; C, Plp2 masculino; D, Plp2 feminino; E, Plp3-5; F, sexto somito abdominal, telso e urópodos, vista dorsal.

## *Sergio guara* (Rodrigues, 1971) (Figs. 12A-G, 13A-F)

**Material examinado. –** Brasil. CRUSTA 170017, 10 espécimes (7 machos, CC: 9,3–20,4 mm; 3 fêmeas, CC: 10,1–17,8 mm), Praia de Tutóia, Tutóia, Maranhão (02°45'40"S, 42°15'45"O), 5 de julho de 2017, col. P. Hernáez.

**Diagnose. –** Cefalotórax com área oval bem demarcada e sem protuberância cardíaca, projeções anterolaterais subretangulares, rostro arredondado que não ultrapassa a metade do



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

primeiro segmento antenal, sem costelas na região anterior dos branquiostegitos, pedúnculos oculares não ultrapassam o primeiro segmento antenular, pedúnculo do A1 mais curto e ligeiramente mais grosso que o da A2 (Fig. 12A). Mxp3 com propodito robusto e subquadrado (Fig. 12B), com cresta dentada sobre a superfície interna do ísquio (Fig. 12C). Heteroquelia presente tanto nos machos quanto nas fêmeas adultas (Fig. 12D-G). P1 maior do macho robusto, ísquio fornecido com agudos dentes até 3/4 da margem ventral e com a margem dorsal arqueado, mero com expansão ventral fortemente dentada armada com dentes subquadrados, carpo subquadrado com a margem subarticular fortemente arredondada, quase do mesmo comprimento que a palma, margem ventral da palma fornecido com dentes agudos separados entre si, borda cortante do dedo fixo lisa, borda cortante do dáctilo com três dentes, dois deles arredondados e outro tricúspide (Fig. 12D). P1 menor do macho esbelto e pobremente ornamentado, carpo 11/2 vezes o comprimento da palma, dentes minúsculos sobre a borda cortante do dedo fixo e móvel (Fig. 12E). P1 maior da fêmea robusto, margem ventral do ísquio dentada entre a região intermediária até a articulação com o mero, mero com expansão ventral fornecida com dentes agudos em sua porção proximal, carpo com comprimento similar à palma, com a borda proximal debilmente dentada, dedo fixo com a borda cortante oblíqua e fortemente dentada, dáctilo com a ponta fortemente curvada, um dente subtriangular distal seguido por um dente forte quadrado e um dente proximal retangular (Fig. 12F). P1 menor da fêmea esbelto e pobremente ornamentado, carpo com comprimento aproximadamente duas vezes maior que a palma, bordas cortantes do dedo fixo e móvel fornecidas com dentes minúsculos (Fig. 12G). Plp1 unirreme em ambos os sexos, porém com dois segmentos em machos e com três nas fêmeas (Fig. 13A,B). Segmento distal do Plp1 masculino arredondado e em forma de pinça, o feminino com o segmento distal em forma de pá e mais corto que o segundo (Fig. 13A,B). Plp2 birreme em ambos os sexos, apêndice masculino ausente, apêndice interno fusionado quase na parte distal do endopodito masculino, projetado na porção subterminal e digitiforme nas fêmeas (Fig. 13C,D). Plps3-5 com o apêndice interno embebido na margem intermediária do endopodito (Fig. 13E). Sexto segmento abdominal em forma de coração, com a parte posterior expandida lateralmente, telso acuminado com um pequena concavidade na parte intermediária da margem distal, exopodito uropodal subdividido longitudinalmente por uma carina, endopodito uropodal amplo distalmente (Fig. 13F).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**Distribuição.** – Atlântico sul ocidental: Pará, Maranhão, Ceará, e Pernambuco, Brasil (Rodrigues 1971; Coelho 1997; Pachelle *et al*. 2017; presente estudo).

**Observações.** – *Sergio guara* foi descrita por Rodrigues (1971) a partir de um espécime macho coletado na zona intertidal de São Sebastião, sudeste de Brasil. Logo do descobrimento desta espécie, nunca mais foi reportada na localidade tipo ou em outros locais da região sudeste, sendo coletada na região norte, no estado de Pará e em escassos estados costeiros da região nordeste (Maranhão, Ceará e Pernambuco) (Coelho 1997). Recentemente, Pachelle *et al*. (2017) ao reexaminar o material coletado no Ceará, reportou um espécime macho de *S. guara*. Com base no exposto, é possível afirmar que esta espécie não é muito comum na costa brasileira. De fato, no presente estudo foi encontrada exclusivamente em Tutóia (MA), misturada em menor proporção com *N. maryae*, podendo ser facilmente confundidas dada sua similar aparência em fresco. No entanto, *Sergio guara* pode ser rapidamente distinguida de *N. maryae* pela ausência de projeções anterolaterais agudas, presentes nesta última espécie. As espécies do gênero *Sergio* diferem daquelas do gênero *Neocallichirus*, pois em *Sergio* a margem posterior do telso é dividida por uma depressão que pode estar armada (p. ex., *Sergio mirim*) ou desarmada (p. ex., *S. guara*). Em *Neocallichirus* a margem posterior do telso é mais bem convexa e sem uma depressão central (Manning & Lemaitre 1994). Em *S. guara*, tal depressão não é tão notória como em outras espécies do gênero *Sergio* (p. ex., *Sergio guassutinga* [Rodrigues, 1971], *S. mirim*: vide Rodrigues 1971), porém este caráter está presente em todos os espécimes coletados no presente estudo. *Sergio guara* parece muito similar morfologicamente a *Sergio guaiqueri* Blanco-Rambla, Liñero-Arana & Beltrán-Lares, 1995, não diferenças notórias que indiquem se tratar, na realidade, de duas espécies distintas ou de uma sinonímia. Esta matéria deve ser revisada em futuros estudos comparativos.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

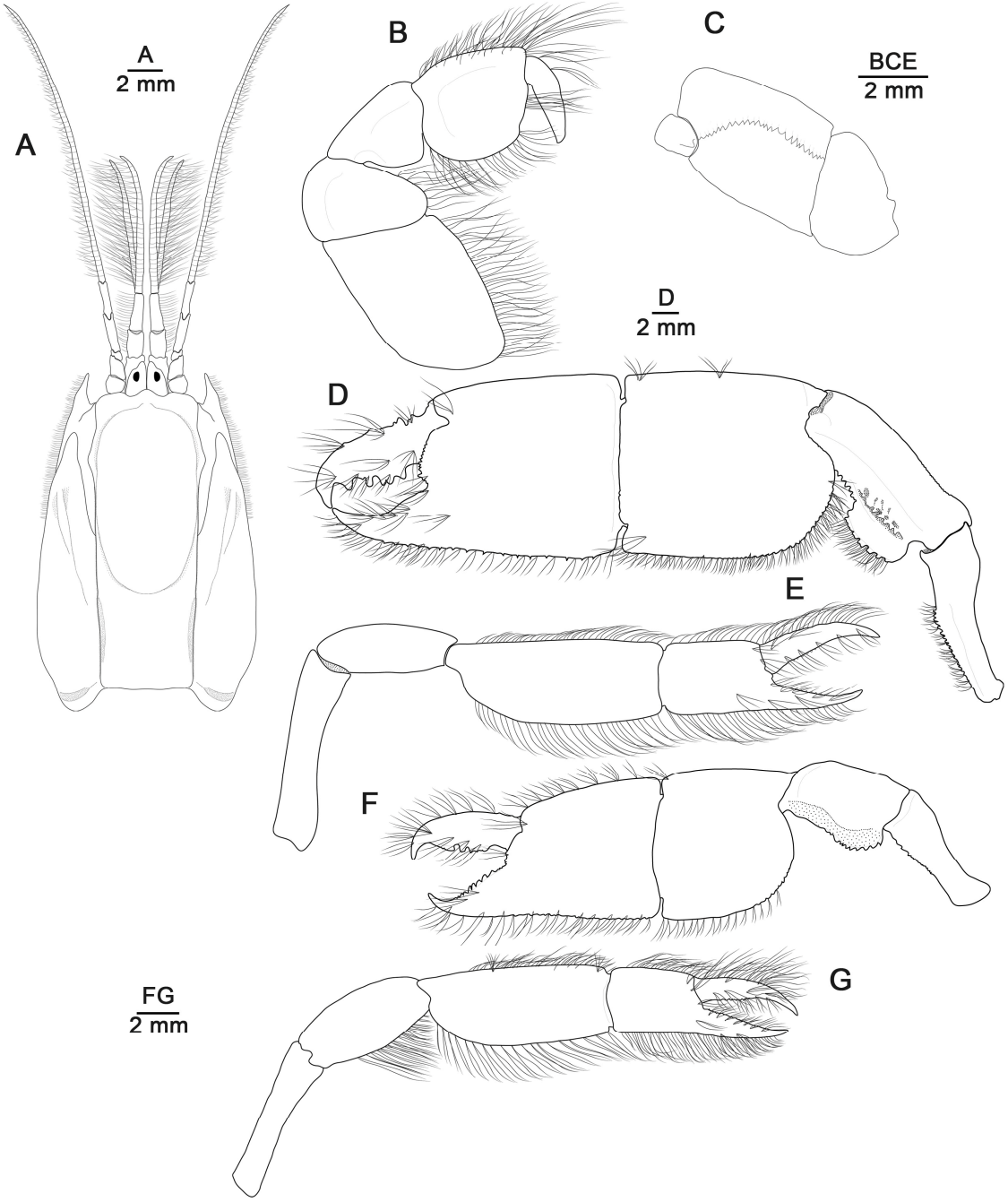


**Figura 12.** *Sergio guara* (Rodrigues, 1971): espécime macho e fêmea (CRUSTA 170017); A, cefalotórax, vista dorsal; B, Mxp3, vista lateral; C, cresta dentada sobre a margem interna do ísquio no Mxp3; D, P1 maior do macho, vista lateral; E, P1 menor do macho, vista lateral; F, P1 maior da fêmea, vista lateral; G, P1 menor da fêmea, vista lateral.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

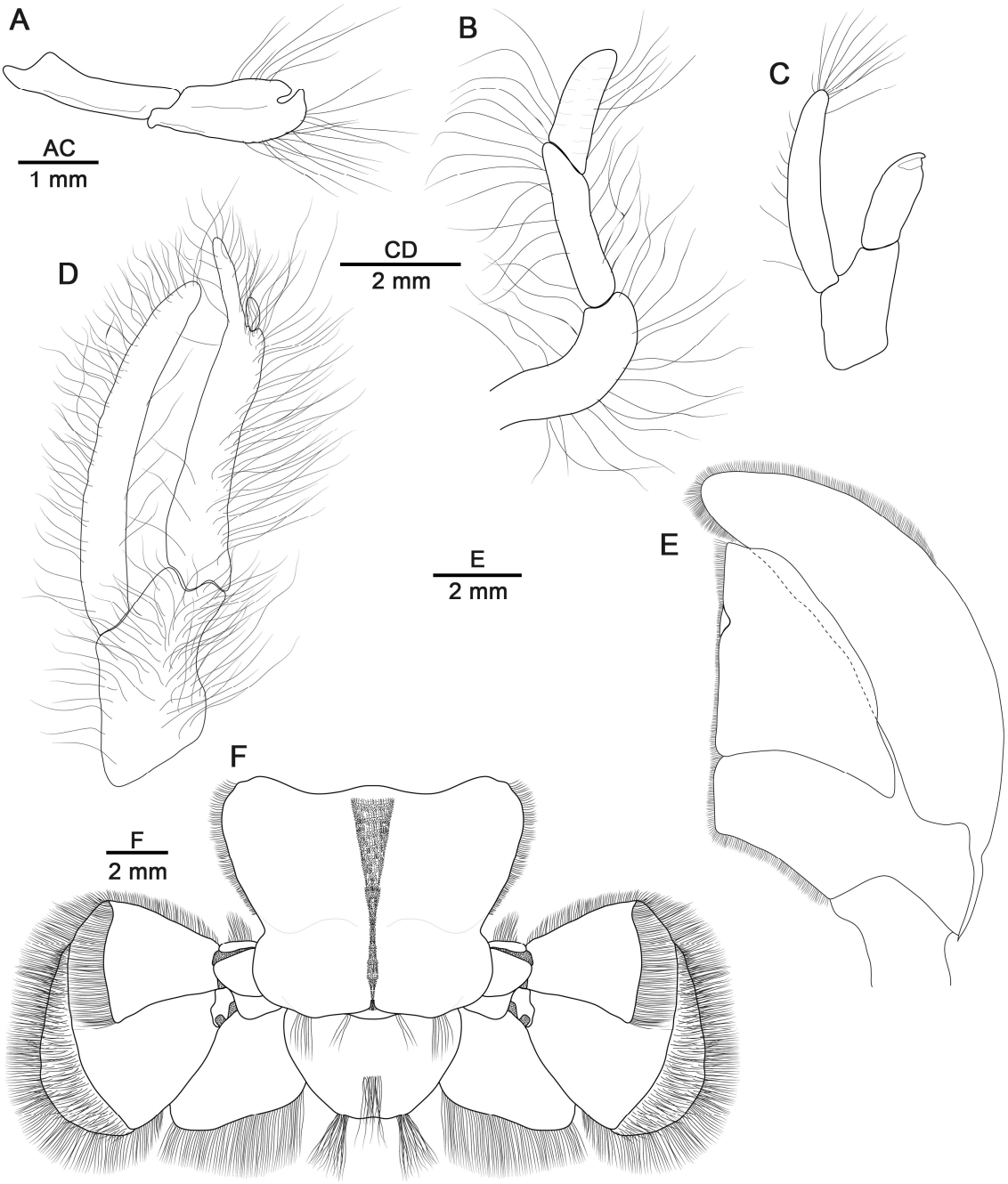


**Figura 13.** *Sergio guara* (Rodrigues, 1971): espécime macho e fêmea (CRUSTA 170017); A, Plp1 masculino; B, Plp1 feminino; C, Plp2 masculino; D, Plp2 feminino; E, Plp3-5; F, sexto somito abdominal, telso e urópodos, vista dorsal.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

*Sergio mirim* **(Rodrigues, 1966) (Figs. 14A-F, 15A)**

**Material examinado.** – Brasil. CRUSTA 160005, 1 macho, CC: 11,7 mm, Estuário rio Caravelas, Caravelas, Bahia (17°44'17"S, 39°11'16"O), 5 de junho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160025, 3 espécimes (2 machos, CC: 8,8–9,6 mm; 1 fêmea, CC: 8,5 mm), Lagoa de Santo Antônio dos Anjos, Imbituba, Santa Catarina (28°29'46"S, 48°45'51"O), 9 de julho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160027, 3 espécimes (2 machos, CC: 8,8–9,6 mm; 1 fêmea, CC: 8,5 mm), Praia de Tapera, Passo de Torres, Santa Catarina (29°14'51"S, 49°39'10"O), 5 de julho de 2016, col. P. Hernáez; CRUSTA 160050, 55 espécimes (14 machos, CC: 22,9–32,6 mm; 41 fêmeas, CC: 20,1–36,1 mm), Balneário Pinhal, Rio Grande do Sul (29°14'51"S, 49°39'10"O), 6 de julho de 2016, col. P. Hernáez.

**Diagnose.** – Camarões de grande tamanho, com CC superior a 30 mm na fase adulta. Cefalotórax com área oval bem demarcada e sem protuberância cardíaca, projeções anterolaterais subtriangulares, rostro triangular que ultrapassa o primeiro segmento antenal, sem costelas na região anterior dos branquiostegitos, pedúnculos oculares ultrapassam o primeiro segmento antenular, pedúnculo do A1 mais grosso e aproximadamente do mesmo comprimento que o do A2 (Fig. 14A). Mxp3 com propodito robusto e subquadrado (Fig. 14B), sem cresta dentada sobre a superfície interna do ísquio. Heteroquelia presente tanto nos machos quanto nas fêmeas adultas (Fig. 14C-F). P1 maior do macho robusto, ísquio com a margem ventral dentada na porção intermediária e com a margem dorsal reta, mero com expansão ventral fortemente dentada, carpo subquadrado com a margem subarticular convexa e quase a metade do comprimento da palma, margem dorsal e ventral da palma dentada, borda cortante do dedo fixo dupla e separada por uma depressão longitudinal, borda cortante do dáctilo debilmente dentada, ponta ligeiramente curvada (Fig. 14C). P1 menor do macho pobremente ornamentado, carpo aproximadamente a metade do comprimento da palma, borda cortante do dedo fixo dupla fortemente dentada cada, borda cortante do dedo móvel lisa (Fig. 14D). P1 maior da fêmea robusto, margem ventral do ísquio pobremente dentada, mero com expansão ventral fortemente dentada, carpo aproximadamente a metade do comprimento da palma, margem ventral do propodito dentada, dedo fixo e móvel com a borda cortante fortemente dentada, dáctilo ligeiramente curvado (Fig. 14E). P1 menor da fêmea esbelto e pobremente ornamentado, comprimento do carpo similar à palma, bordas cortantes do dedo fixo e móvel dentadas (Fig. 14F). Plp1 unirreme em ambos os sexos, porém com dois segmentos em machos e com três nas fêmeas (Fig. 15A,B). Segmento distal do Plp1



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

masculino com a ponta bilobada, o feminino com o segmento distal em forma de pá e mais corto que o segundo (Fig. 15A,B). Plp2 birreme em ambos os sexos, apêndice masculino aplanado com apêndice interno pequeno e fusionado na parte lateral do endopodito do macho, projetado na porção subterminal e digitiforme nas fêmeas (Fig. 15C,D). Plps3-5 com o apêndice interno embebido na margem intermediária do endopodito (Fig. 15E). Sexto segmento abdominal subquadrado com projeções arredondadas sobre as margens anterolaterais e com um estreitamento em cada margem lateral, telso subquadrado com a região intermediária da margem posterior côncava e um espinho agudo no centro, exopodito uropodal subdividido longitudinalmente por uma carina, endopodito acuminado distalmente (Fig. 15F).

**Distribuição. –** Atlântico sul ocidental: De Caravelas, Bahia, Brasil, a Argentina (Rodrigues 1971; Sakai 2011; presente estudo).

**Observações. –** *Sergio mirim* foi descrito por Rodrigues (1966) a partir de espécimes coletados na Bahia de Santos. Pelo material visual registrado por este autor durante a década de 70, é possível afirmar que esta espécie era muito abundante na zona baixa intertidal das praias de Santos. Atualmente, com base no intenso esforço amostral realizado no presente estudo, incluindo vários locais onde foi esta espécie foi registrada por Rodrigues (1983), é possível indicar que *S. mirim* está extinta na Baía de Santos. Esta espécie parece ser muito mais comum na região sul do que em outras regiões do Brasil, onde foram coletados espécimes isolados. *Sergio mirim* alcança o maior tamanho dos camarões corruptos reportados para o Atlântico sul ocidental, com espécimes que superam facilmente os 30 mm de comprimento do cefalotórax. Esta espécie difere de outras do gênero Sergio pela ausência de uma cresta denteada (presente em *S. guaiqueri*, *S. guara*, *S. guassutinga*, *Sergio sulfureus* Lemaitre & Felder, 1996) ou espinhos (*Sergio trilobata* [Biffar, 1970]) na face interna do ísquio do Mxp3. Além disso, *S. mirim* é a única espécie do gênero que possui um espinho agudo na depressão localizada na margem posterior do telso.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

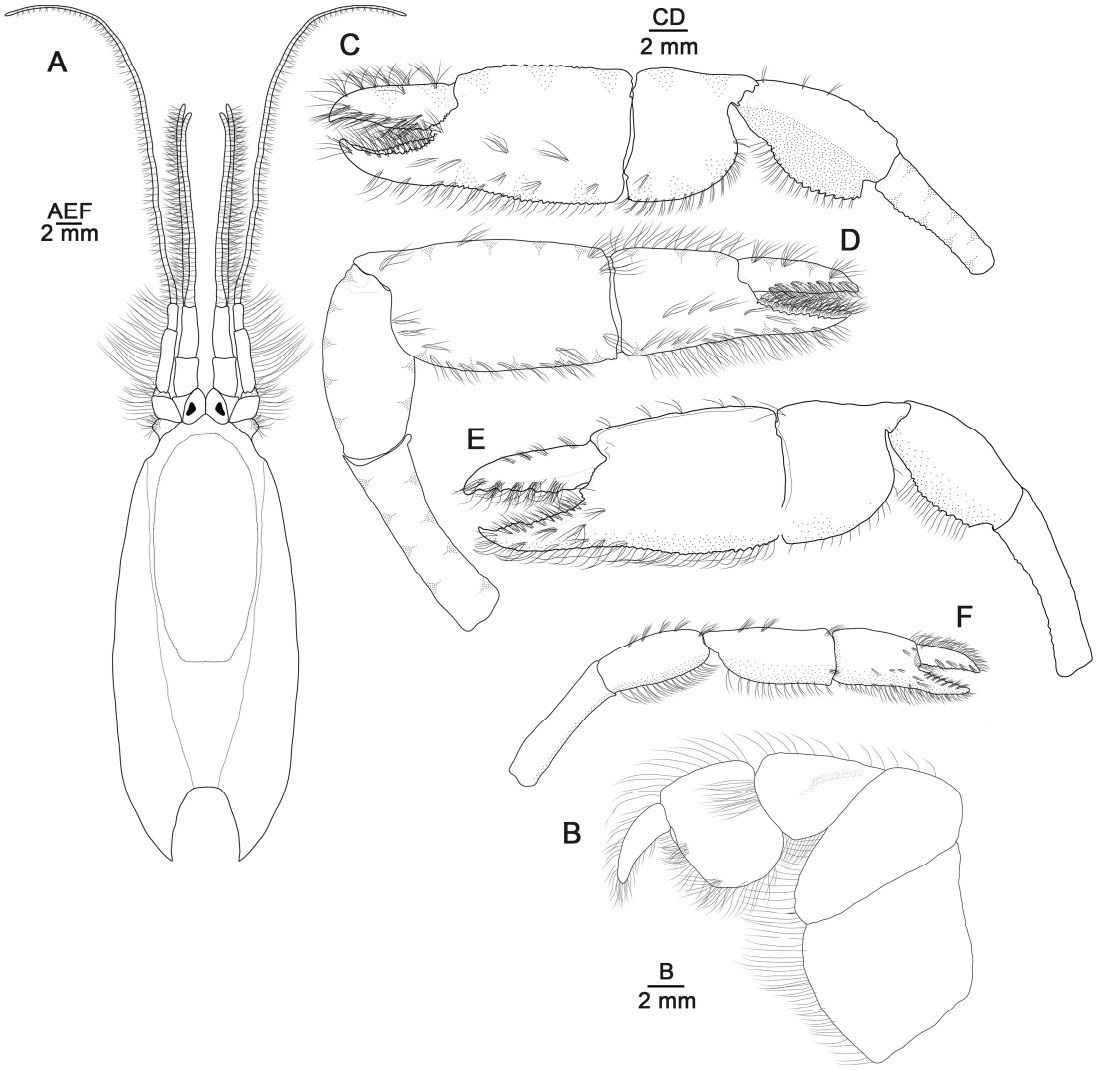


**Figura 14.** *Sergio mirim* (Rodrigues, 1966): espécime macho e fêmea (CRUSTA 160050); A, cefalotórax, vista dorsal; B, Mxp3, vista lateral; C, P1 maior do macho, vista lateral; D, P1 menor do macho, vista lateral; E, P1 maior da fêmea, vista lateral; F, P1 menor da fêmea, vista lateral.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

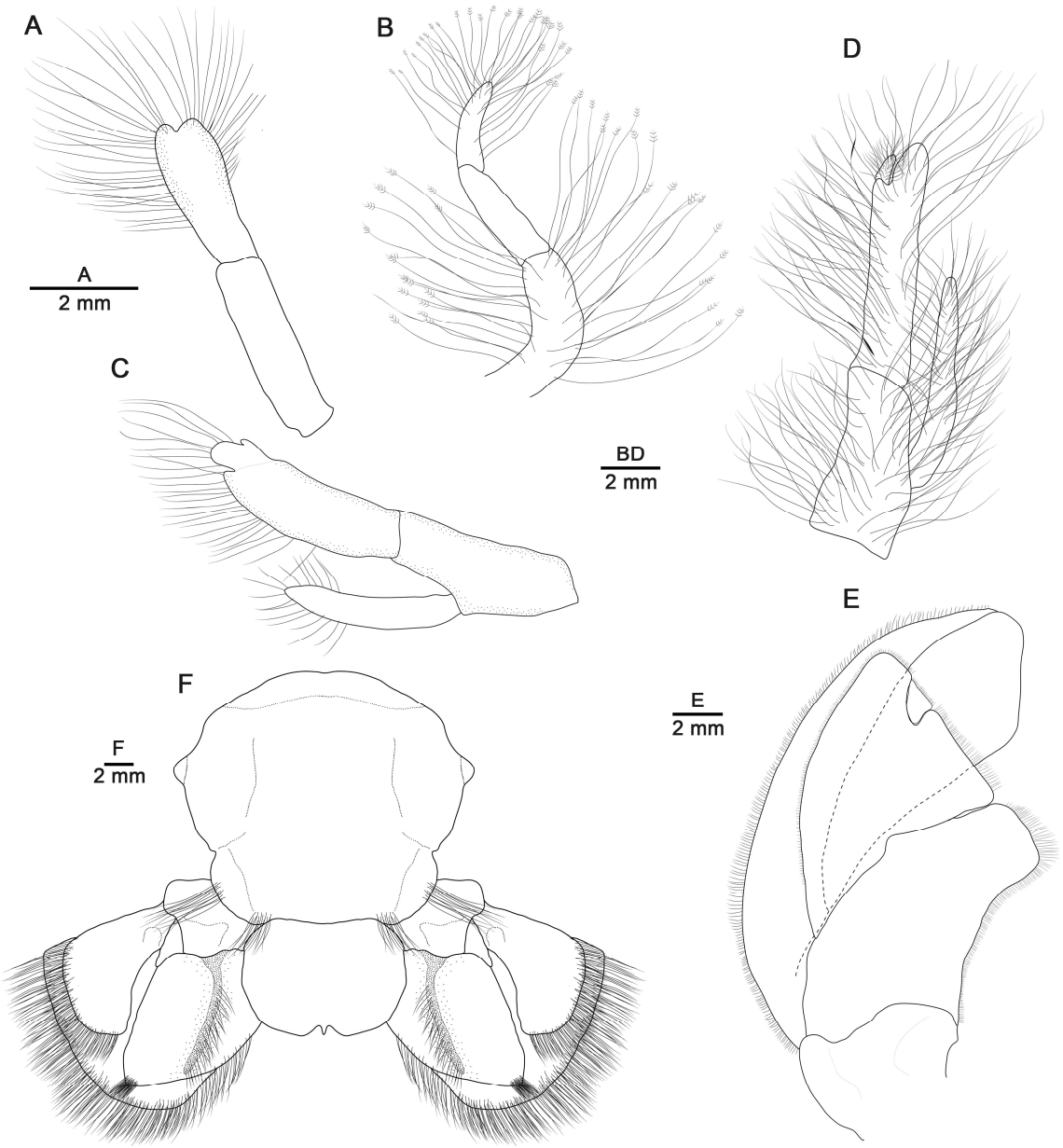


**Figura 15.** *Sergio mirim* (Rodrigues, 1966): espécime macho e fêmea (CRUSTA 160050); A, Plp1 masculino; B, Plp1 feminino; C, Plp2 masculino; D, Plp2 feminino; E, Plp3-5, vista mesial; F, sexto somito abdominal, telso e urópodos, vista dorsal.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## Infraorder GEBIIDEA de Saint Laurent, 1979

## Family AXIANASSIDAE Schmitt, 1924

### *Axianassa australis* Rodrigues & Shimizu, 1992 (Figs. 16A-F, 17A-C)

**Material examinado.** – Brasil. CRUSTA 170010, 29 espécimes (10 machos, CC: 6,9–11,7 mm; 19 fêmeas, CC: 5,7–11,4 mm), Lago da Santana, Barra Grande, Piauí (02°55'03"S, 41°22'28"O), 13 de julho de 2017, col. P. Hernáez; CRUSTA 160028, 11 espécimes (2 machos, CC: 6,9–8,2 mm; 9 fêmeas, CC: 4,9–8,1 mm), Praia Arpoeira, Acaraú, Ceará (02°49'56"S, 40°05'08"O), 14 de junho de 2016, col. P. Hernáez.

**Diagnose.** – Camarões de pequeno tamanho com CC inferior a 12 mm na fase adulta. Cefalotórax com área oval bem demarcada e sem protuberância cardíaca, sem projeções anterolaterais, rostro arredondado e bem desenvolvido, mas que não ultrapassa o primeiro segmento antenular, pedúnculos oculares arredondados e bem separados entre si, pedúnculo do A1 notoriamente mais fino e curto do que o do A2, acícula antenal com até dois dentes agudos sobre a borda interna, o distal sempre maior que o proximal (Fig. 16A). Alguns espécimes com um só dente sobre a acícula antenal ou com um número desigual sobre cada acícula (Fig. 16B). Mxp3 digitiforme, mero e ísquio não fusionados, cresta dentada notória com dentes agudos na margem mesial do ísquio, coxa com um grande e afiado espinho projetado distalmente, basipodito com um epipodito projetado distalmente. Heteroquelia sutil presente em machos e fêmeas adultas. P1 esquerdo do macho robusto, três grandes dentes e dois menores na margem ventral do ísquio, mero com a margem dorsal fortemente convexa e a margem ventral com dentes diminutos e agudos, carpo triangular, margem ventral do própodo dentada, ponta do dedo fixo e móvel fortemente curvadas, um grande dente subtriangular com a ponta arredondada sobre a borda cortante proximal do dedo fixo, um grande dente subretangular proximal sobre a borda cortante do dedo móvel (Fig. 16C). P1 direito menos robusto que o esquerdo, um grande dente agudo sobre a margem ventral do ísquio, mero com a margem ventral e dorsal ligeiramente expandidos, margem ventral do propodito liso, borda cortante do dedo fixo e móvel dentados, o fixo com dois grandes dentes caninos agudos (Fig. 16D). P1 esquerdo da fêmea ligeiramente mais robusto que o direito, dois dentes agudos sobre a margem ventral do ísquio, margem dorsal do mero convexo, carpo triangular, propodito com a margem ventral lisa, bordas cortantes do dedo fixo e móvel



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

dentados, com um grande dente subtriangular proximal no dedo fixo e dois dentes arredondados de tamanho menor no dedo móvel (Fig. 16E). P1 direito feminino com dois grandes dentes agudos sobre a margem ventral do ísquio, apresentando mero e carpo morfologicamente similares ao P1 esquerdo, pinça estilizada, bordas cortantes do dedo fixo e móvel dentadas, pontas ligeiramente curvadas, dedo fixo com dois dentes triangulares grandes e agudos (Fig. 16F). Plp1 masculino ausente, tergito do primeiro somito abdominal possuindo, lateralmente, um processo agudo e fortemente calcificado (Fig. 17A). Plp1 feminino composto de dois segmentos, sendo um basal curto e outro distal mais comprido, possuindo numerosas cerdas compridas. Plp2-5 com endopodito e exopodito foliáceos sem apêndice interna (Fig. 17B). Sexto somito abdominal subquadrado, telso acuminado com a margem posterior arredondado, com exópodo e endópodo do urópodo foliáceos (Fig. 17C).

**Distribuição.** – Atlântico ocidental: Florida, Texas (Estados Unidos); Golfo de México (México); Ceará, Pernambuco, Sergipe, Bahia, São Paulo, Paraná (Brasil) (Rosa & Almeida 2012; Pachelle *et al*. 2016, presente estudo).

**Observações.** – O número de espécies americanas do gênero Axianassa aumentou de seis para onze na última década (vide Anker & Pachelle 2016). Das onze espécies, sete são procedentes do Atlântico ocidental (*Axianassa arenaria* Kensley & Heard, 1990, *A. australis*, *Axianassa darrylfelderi* Anker & Lazarus, 2015, *Axianassa ferrazeae* Blanco-Rambla & Kensley, 1998, *Axianassa intermedia* Schmitt, 1924, *Axianassa jamaicensis* Kensley & Heard, 1990, *Axianassa ovis* Blanco-Rambla & Kensley, 1998) e quatro do Pacífico leste (*Axianassa canalis* Kensley & Heard, 1990, *Axianassa christyi* Anker & Pachelle, 2016, *Axianassa linda* Anker & Pachelle, 2016, *Axianassa mineri* Boone, 1931). No Brasil, a única espécie registrada do gênero *Axianassa* até agora é *Axianassa australis*, que foi originalmente descrita por Rodrigues & Shimizu (1992) a partir de espécimes coletados na Bahia e São Paulo. O presente estudo estende em aproximadamente 600 km o limite norte de distribuição de *A. australis* no Brasil. *Axianassa australis* pode ser diferenciada das outras espécies do Atlântico por possuir uma acícula antenal em forma de punhal, armada com um dente sobre a margem mesial (ausente em *A. arenaria*), o esclerito dorsal do primeiro somito abdominal acaba lateralmente num processo agudo espinhoso (ausente em *A. jaimaicense* e *A. intermedia*) e pela ausência de dentes sobre a margem distolateral do exópodo uropodal (dois



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

a três dentes em *A. darrylfelderi*). Enquanto às espécies do Caribe venezuelano (*A. ferrazeae* e *A. ovis*), até o presente momento não é possível estabelecer qualquer comparação, já que não houve possibilidade de acesso à suas descrições originais. Um detalhe importante é o fato de que muitos espécimes de *A. australis* coletados no presente estudo apresentam mais de um dente sobre a margem mesial da acícula antenal. Este aspecto não foi mencionado nem na descrição original de *A. australis* (Rodrigues & Shimizu 1992), tampouco em outros trabalhos onde esta espécie foi analisada (Anker & Pachelle 2016; Pachelle *et al*. 2016). A variabilidade observada neste caráter em *A. australis* é algo que já foi observado em vários espécimes de *A. linda*, procedentes da costa do Pacífico de Costa Rica (P. Hernáez observação pessoal).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

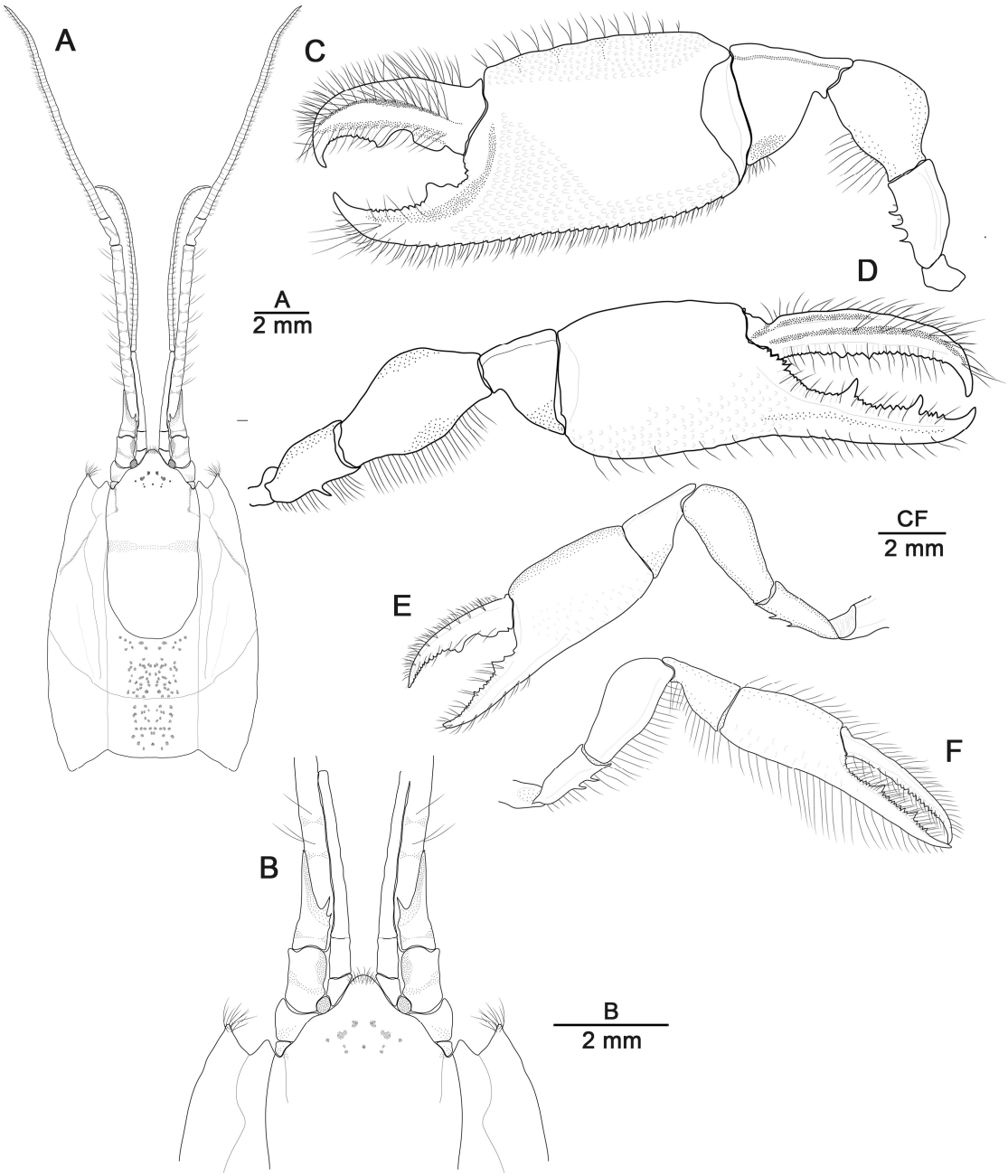


**Figura 16.** *Axianassa australis* Rodrigues & Shimizu, 1992: espécime macho e fêmea (CRUSTA 170010); A, cefalotórax, vista dorsal; B, região frontal do cefalotórax, vista dorsal; C, P1 esquerdo do macho, vista lateral; D, P1 direito do macho, vista lateral; E, P1 esquerdo da fêmea, vista lateral; F, P1 direito da fêmea, vista lateral.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

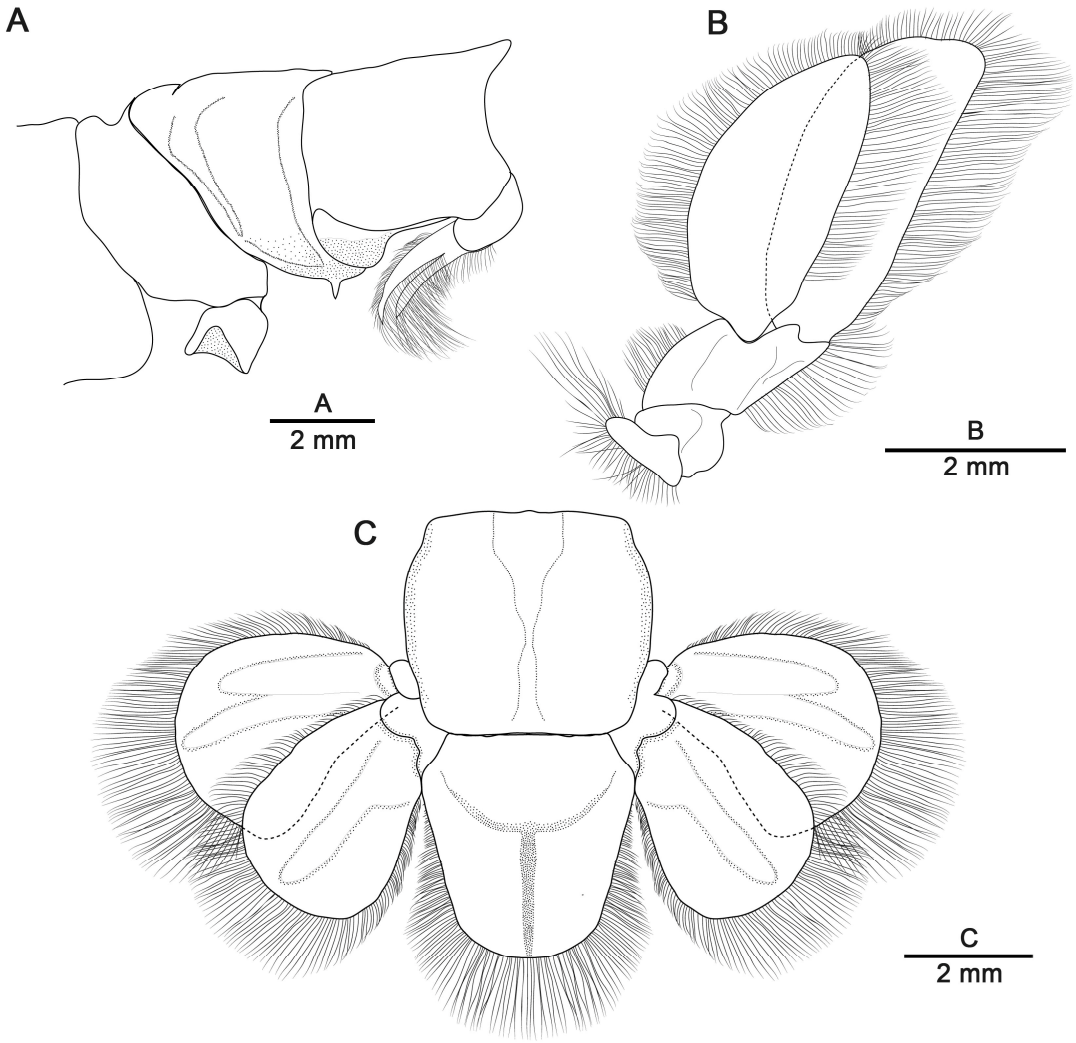


**Figura 17.** *Axianassa australis* Rodrigues & Shimizu, 1992: espécime macho e fêmea (CRUSTA 170010); A, primeiro somito abdominal mostrando Plp1 masculino vestigial, vista lateral; B, Plp2-5, vista mesial; C sexto somito abdominal, telso e urópodos, vista dorsal.

## Family UPOGEBIIDAE Borradaile, 1903

### *Upogebia omissa* Gomes Corrêa, 1968 (Figs. 18A-D e 19A-D)

**Material examinado.** – Brasil. CRUSTA 160024, 11 espécimes (6 machos, CC: 5,1–11,9 mm; 5 fêmeas, CC: 10,2–14,7 mm), Praia Arpoeira, Acaraú, Ceará (02°49'56"S, 40°05'08"O), 14 de junho de 2016, col. P. Hernáez.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**Diagnose. –** Cefalotórax fortemente ornamentado em toda a margem lateral do sulco cervical, região posterior globosa e lisa, rostro projetado, bem desenvolvido e com a ponta arredondada que termina num dente subterminal, pedúnculos oculares alongados e bem separados entre si, pedúnculo do A1 notoriamente mais fino e curto que o do A2 (Fig. 17A). Mxp3 digitiforme com exopodito fino e bem desenvolvido (Fig. 17B). Primeiro par de pereiópodos dos machos e fêmeas são similares em forma e tamanho. P1 com um grande espinho ventral, meropodito com 5 grandes espinhos e um de menor tamanho na face ventral, além de um espinho isolado subdistal sobre a margem dorsal, carpo subtriangular fornecido com dois espinhos agudos na margem ventroarticular e um grande espinho na face dorsoarticular seguido de três espinhos pequenos na margem distoarticular, palma com a margem dorsal dentada, e com uma destrotorção para o dedo fixo, sendo este notoriamente menor em comprimento do que o dedo móvel, com ambos os dedos apresentando bordas cortantes dentadas (Fig. 17C). P2 com um grande espinho ventroproximal e dois espinhos de menor tamanho sobre a margem dorsodistal do meropodito, margem articular ventral e dorsal do carpo fornecido com um grande espinho curvado, dáctilo simples e triangular (Fig. 17D). Plp1 do macho ausente, tergito do primeiro somito abdominal apresentando, lateralmente, um processo agudo e fortemente calcificado, esternito do segundo somito abdominal com placas calcificadas ornamentada com espinhos agudos (Fig. 18A). Plp1 feminino com dois segmentos de similar tamanho (Fig. 18B), primeiro e segundo somitos abdominais com placas calcificadas esternais ornamentadas com espinhos agudos. Plp2-5 similares em forma e tamanho, com exopodito e endopodito foliáceos de tamanho desigual e sem apêndice interno (Fig. 18C). Sexto somito abdominal com um processo sinuoso na margem lateroproximal, telso subquadrado com a margem articular proximal ligeiramente mais larga do que a distal, margem posterior do telso ligeiramente convexa e urópodos com carinas longitudinais (Fig. 18D).

**Distribuição. –** Da Florida, incluindo ilhas do Caribe até Santa Catarina, Brasil (Sakai 2006 e referências citadas em seu trabalho).

**Observações. –** *Upogebia omissa* possui uma ampla distribuição ao longo do Atlântico ocidental, com inúmeros registros ao longo de seu intervalo de distribuição geográfica (para detalhes veja Sakai 2006). No Brasil, esta espécie foi registrada nos estados de Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito santo, Rio de Janeiro, São



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Paulo, Paraná, Santa Catarina. *Upogebia omissa* pode ser diferenciada das outras oito espécies do gênero *Upogebia* reportadas para a costa de Brasil pela presença de esternitos abdominais fornecidos com placas calcificadas ornamentadas com espinhos agudos, mero do P2-3 armados com espinhos distais dorsais, igualmente ao ocorre com o mero do P4, que está armado com um ou mais espinhos ventrais (Melo 1999). Os espécimes femininos coletados no presente estudo possuem placas calcificadas espinhosas nos esternitos do primeiro e segundo somitos abdominais, enquanto que isso ocorre nos machos apenas no primeiro esternito abdominal.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

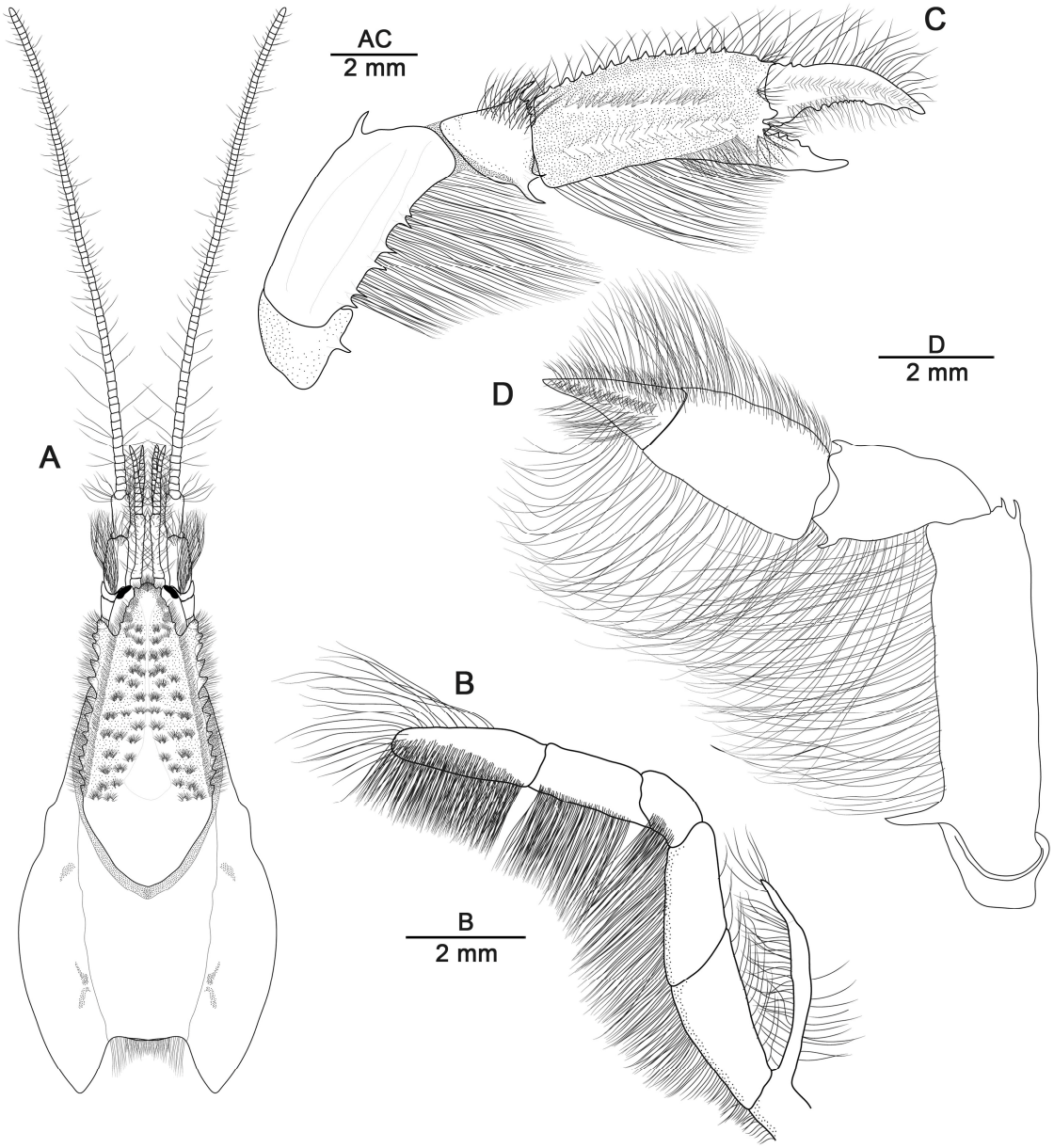


**Figura 18.** *Upogebia omissa* Gomes Corrêa, 1968: espécime macho (CRUSTA 160024); A, cefalotórax, vista dorsal; B, Mxp3, vista mesial; C, P1 macho, vista mesial; D, P2 macho.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

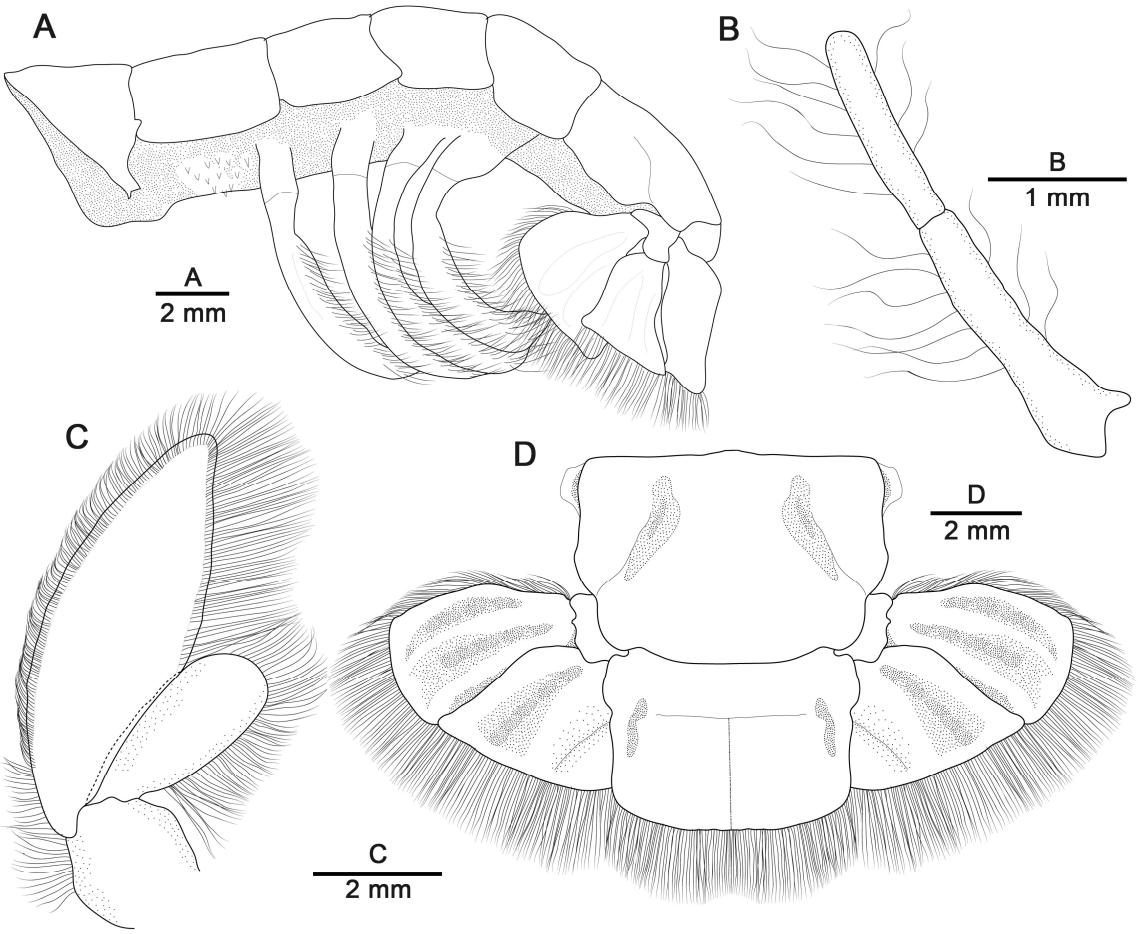


**Figura 19.** *Upogebia omissa* Gomes Corrêa, 1968: espécime macho e fêmea (CRUSTA 160024); A, abdome do macho, vista lateral; B, Plp1 da fêmea; C, Plp2-5, vista mesial; D, sexto somito abdominal, telso e urópodos.

## Discussão

O presente estudo reportou para a costa do Brasil sete espécies intertidais de camarões-fantasma da família Callianassidae, e duas de lagostas-de-lama, uma delas pertencente à família Axianassidae e outra a Upogebiidae. De todas as espécies encontradas, os calianassídeos *Biffarius delicatulus* e *Neocallichirus nickellae* correspondem ao segundo registro de ambas as espécies no mundo inteiro, sendo *N. nickellae* registrada pela primeira vez para a costa do Brasil. Estudos anteriores tem reportado a presença de outras cinco espécies de calianassídeos intertidais (*B. biformis*, *B. fragilis*, *N. grandimana*, *N. cacahuate* e *S. guassutinga*) para a costa brasileira (Botter-Carvalho *et al*. 2012; Pachelle *et al*. 2016), que não foram encontradas durante as coletas realizadas no presente estudo. Este aspecto foi



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

discutido de forma particular em cada caso (vide observações para cada espécie). No caso de A. australis, a única espécie da família Axiannassidae reportada para a costa de Brasil, a morfologia dos espécimes coletados se ajusta à descrição original desta espécie (Rodrigues & Shimizu 1992). No entanto, o estilo de vida desta espécie diferiu entre os dois locais onde foi coletada. No Lago de Santana (Piauí), *A. australis* foi encontrada habitando galerias em casais heterossexuais, enquanto que na Praia de Arpoeira (Ceará) a ocupação das galerias ocorreu de forma solitária. Além disso, foi detectada uma grande variabilidade em alguns dos caracteres morfológicos que são usados para diferenciar a *A. australis* de outras espécies do gênero *Axianassa* (p. ex., número de dentes sobre a margem mesial da acícula antenal). Esta informação poderia sugerir que, na realidade, tratam-se de duas espécies diferentes de *Axianassa*, o que precisa ser confirmado em futuros estudos morfológicos pautados na análise de um maior número de espécimes procedentes de outros locais da costa brasileira. Segundo reportado em outros estudos, os upogebídeos *Upogebia marina* Coelho, 1973, *Upogebia norhonensis* Fausto-Filho, 1969, *U. omissa* e *Upogebia vasquezi* Ngoc-Ho, 1989, podem ser encontrados na zona intertidal de alguns locais da região nordeste de Brasil (Coelho & Antonino-Rattacaso 1988; Coelho 1997). No presente estudo, apenas foi registrada *U. omissa*. Isto sugere que as espécies de Upogebiidae poderiam ser mais comuns em sedimentos lamosos de manguezais, hábitats que foram pobremente explorados durante a realização do presente estudo.

A identificação de cada um das espécies coletadas no presente trabalho foi feita a partir das descrições e ilustrações disponíveis na literatura. No futuro, o material coletado vai ser comparado com outros lotes depositados no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), a fim de conferir a identidade de cada táxon. No caso particular do gênero Neocallichirus, é preciso fazer uma revisão completa das espécies descritas para o Atlântico ocidental, dada a notória semelhança entre elas e, consequentemente, a possibilidade de vários casos de sinonímia (vide comentários na seção observações para *N. maryae* e *N. nickellae*). No futuro, seria interessante estender o esforço amostral para outros hábitats, para confirmar a presença de outras espécies que tem sido reportadas por outros estudos para a costa de Brasil e que não foram encontradas no presente programa de coletas.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**1A.** Plp1-2 diferentes em forma e tamanho do Plp3-5; P1-2 sempre quelados ..... 2

**1B.** Plp1 diferente em forma e tamanho do Plp2-5; P1 quelado ou subquelado, P2 subquelado ou simples ..... 8

**2A.** Plp2 dos machos unirreme ..... *Biffarius delicatulus*

**2B.** Plp2 dos machos birreme ..... 3

**3A.** Pedúnculo do A1 mais longo do que o A2, margem posterior do telso sem ornamentação ..... 4

**3B.** Pedúnculo do A1 mais curto do que o A2, margem posterior do telso com ou sem ornamentação ..... 5

**4A.** Rostro triangular cuja ponta não ultrapassa as córneas, margem posterior do telso com concavidade central ..... *Callichirus major*

**4B.** Rostro acuminado cuja ponta ultrapassa os pedúnculos oculares, margem posterior do telso centralmente convexo..... *Lepidophthalmus siriboia*

**5A.** Rostro acuminado com duas projeções anterolaterais agudas ..... *Neocallichirus maryae*

**5B.** Rostro triangular com projeções anterolaterais arredondadas ou subtriangulares ..... 6

**6A.** Pedúnculo do A1 ligeiramente mais curto do que o A2, margem posterior do telso armado com um espinho agudo numa concavidade central ..... *Sergio mirim*

**6B.** Pedúnculo do A1 notoriamente mais curto do que o A2, margem posterior do telso sem nenhum tipo de ornamentação ..... 7

**7A.** Endopodito uropodal amplo distalmente, apêndice interno projetado desde a margem intermediária do endopodito ..... *Neocallichirus nickellae*

**7B.** Endopodito uropodal estreito distalmente, apêndice interno embebido na margem intermediária do endopodito ..... *Sergio guara*

**8A.** Região dorsal do cefalotórax fortemente ornamentada com espinhos e crestas laterais dentadas, telso com as margens laterais paralelas ..... *Upogebia omissa*

**8B.** Região dorsal do cefalotórax sem ornamentação, telso com as margens laterais acuminadas ..... *Axianassa australis*



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**Referências**

Anker, A. & Lazarus, J.F. 2015. Description of two new associated infaunal decapod crustaceans (Axianassidae and Alpheidae) from the tropical eastern Pacific. Papéis Avulsos de Zoologia, 55, 115–129.

Anker, A. & Pachelle, P.P.G. 2016. Mud-shrimps of the genus *Axianassa* Schmitt, 1924 from Panama, with description of two new species (Decapoda: Gebiidea: Laomediidae). Zootaxa, 4111, 101–125.

Atkinson, R.J.A. & Taylor, C. 2004. Aspects of the biology and ecophysiology of thalassinidean shrimps in relation to their burrow environment. Proceeding of Symposium "Ecology of large bioturbators in tidal flats and shallow sublitoral sediments — from individual behavior to their role as ecosystem engineers"; p.45–51, fig. 1, tabs. 1, 2. (Nagasaki Univ.,Nagasaki).

Berkenbusch, K. & Rowden, A. 1999. Factors influencing sediment turnover by the burrowing ghost shrimp *Callianassa filholi* (Decapoda:Thalassinidea). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 238, 283–292.

Berkenbusch, K. & Rowden, A. 2003. Ecosystem engineering- moving away from 'just-so' stories. Marine Ecology, 27, 67–73.

Bertics, V.J., Sohm, J.A., Treude, T., Chow, Ch-E.T., Capone, D.G., Fuhrman, J.A. & Ziebes, W. 2010. Burrowing deeper into benthic nitrogen cycling: The impact of bioturbation on nitrogen fixation coupled to sulfate reduction. Marine Ecology Progress Series, 409, 1–15.

Biffar, T.A. 1970. Three new species of callianassid shrimp (Decapoda, Thalassinidea) from the western Atlantic. Proceedings of the Biological Society of Washington, 83, 35–50.

Biffar, T.A. 1971. New species of Callianassa (Decapoda, Thalassinidea) from the western Atlantic. Crustaceana, 21, 225–236.

Blanco-Rambla, J.P. & Lemaitre, R. 1999. *Neocallichirus raymanningi*, a new species of ghost shrimp from the northeastern coast of Venezuela (Crustacea: Decapoda: Callianassidae). Proceedings of the Biological Society of Washington, 112,768–777.

Blanco-Rambla, J.P., Linero-Arana, I. & Beltrán-Lares, L.B. A new callianassid (Decapoda: Thalassinidea) from the southern Caribbean Sea. Proceedings of the Biological Society of Washington, 108, 102–106.

Blanco-Rambla, J.P. & Kensley, B. 1998. Dos nuevas especies de camarones laomedidos del género *Axianassa* Schmitt, 1924 (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) para el Caribe sur.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

In: XLVIII Convención Anual AsoVAC, Maracaibo, 9-13 de noviembre de 1998. Acta Científica Venezolana. 49 (supl. 2), 349.

Boone, L. 1931. A collection of anomuran and macruran Crustacea from the Bay of Panama and the fresh waters of the Canal Zone. Bulletin of the American Museum of Natural History, 63, 137–189.

Borradaile, L.A. 1903. On the classification of the Thalassinidea. Annals and Magazine of Natural History, (7) 12, 534–551, 638.

Boschi, E.E. 2000. Species of decapod crustaceans and their distribution in the American marine zoogeographic provinces. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 13, 7–136.

Botter-Carvalho, M.L., Carvalho, P.V.V.C. & Ramos-Porto, M. 1995. Registro de *Neocallichirus rathbunae* (Schmitt, 1935) em águas do litoral brasileiro (Decapoda: Callianassidae), Trabalhos Oceanograficos, Universidade Federal de Pernambuco, 23:199–202.

Botter-Carvalho, M.L., Santos, P.J.P. & Carvalho, P.V.V.C. 2007. Population dynamics of *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea, Thalassinidea) on a beach in northeastern Brazil. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 71, 508–516.

Botter-Carvalho, M.L., Carvalho, P.V.V.C. & Santos, P.J. 2012. New records confirming the occurrence of the ghost shrimps *Biffarius biformis* (Biffar, 1970) and *B. fragilis* (Biffar, 1971) (Decapoda, Callianassidae) in Brazil and the southwestern Atlantic. Biota Neotropica, 12, 88–93.

Calado, T.C.S., Silva, M.P. & Aires, A.F. 1998. Crustáceos decápodos e estomatópodos de praias arenosas do litoral norte e centro do estado de Alagoas. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, 26, 107–115.

Carvalho, P.V.V.C., Botter-Carvalho, M.L. & Ramos-Porto, M. 1997. Ocorrência de *Biffarius biformis* (Biffar, 1971) e *B. fragilis* (Biffar, 1970) (Crustacea, Decapoda, Callianassidae) no Atlântico Sul Ocidental: litoral de Pernambuco, Brasil. In 11 Encontro de Zoologia do Nordeste. Fortaleza, p.23.

Coelho, P.A. 1973. Descrição preliminar de *Upogebia* (*Upogebia*) *marina*, n. sp. , do Nordeste do Brasil (Crustacea, Decapoda, Callianassidae). Ciência e Cultura, São Paulo, 25, 345.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Coelho, P.A. 1997. Revisão das espécies de Thalassinidea encontradas em Pernambuco, Brasil (Crustacea, Decapoda). Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, 25, 137–161.

Coelho, P.A., de Almeida, A.O., Bezerra, L.E.A. & de Souza-Filho, J.F. 2007. An updated checklist of decapod crustaceans (infraorders Astacidea, Thalassinidea, Polychelida, Palinura, and Anomura) from the northern and northeastern Brazilian coast. Zootaxa, 1519, 1–16.

Coelho, P.A. & Antonino-Rattacaso, M.C. 1988. Revisão das espécies de *Upogebia* encontradas em Pernambuco, Brasil (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). Revista Brasileira de Zoologia, 5, 381–392.

Dana, J.D. 1852 Conspectus Crustaceorum, etc. Conspectus of the Crustacea of the Exploring Expedition under Capt. Wilkes, U.S.N., including the Crustacea Cancroidea Corystoidea. Proceedings of the Academy of Natural Sciences, 6, 73–86.

de Saint Laurent, M. 1979. Vers une nouvelle classification des Crustaces Decapodes Reptantia. Bulletin de l'Office National des Peches Republique Tunisienne, Ministere de L'Agriculture, 3, 15–31.

Dworschak, P.C., Felder, D.L. & Tudge, C.C. 2012. Infraorders Axiidea de Saint Laurent, 1979 and Gebiidea de Saint Laurent, 1979 (formerly known collectively as Thalassinidea). In: Schram, F.R., von Vaupel Klein, J.C., Forest, J. & Charmantier-Daures, M. (eds.), Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology. The Crustacea. Complementary to the volumes translated from the French of the Traité de Zoologie [founded by P.-P. Grassé], volume 9 part B. Eucarida: Decapoda: Astacidea p.p. (Enoplometopoidea, Nephropoidea), Glypheidea, Axiidea, Gebiidea, and Anomura. Leiden: Brill; p. 109–219.

Fausto-Filho, J. 1969. *Upogebia noronhensis*, nova espécie de Crustaceo do Brasil (Crustacea, Decapoda, Callianassidae). Arquivos de Ciências do Mar, 9, 1–7.

Felder, D.L. 1973. An annotated key to crabs and lobsters (Decapoda: Reptantia) from coastal waters of the northwestern Gulf of Mexico. Center for Land Resources, Louisiana State University, 103p.

Felder, D.L. 2001. Diversity and ecological significance of deep-burrowing macrocrustaceans in coastal tropical waters of Americas (Decapoda: Thalassinidea). Interciencia, 26, 440–449.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Felder, D.L. 2015. A new species of the ghost shrimp genus *Lepidophthalmus* (Crustacea: Decapoda: Axiidea) from the southwestern Gulf of Mexico. Zootaxa, 3985, 409–420.

Felder, D.L. & Kensley, B. 2002. A new species of axiid shrimp from chemosynthetic communities of the Louisiana continental slope, Gulf of Mexico (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington, 117, 68–75.

Felder, D. L., & R. B. Manning. 1995. *Neocallichirus cacahuate*, a new species of ghost shrimp from the Atlantic coast of Florida, with reexamination of *N. grandimana* and *N. lemaitrei* (Crustacea: Decapoda: Callianassidae). Proceedings of the Biological Society of Washington, 108, 477–490.

Felder, D.L. & Manning, R.B. 1997. Ghost shrimps of the genus *Lepidophthalmus* from the Caribbean region, with description of *L. richardi*, new species, from Belize (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). Journal of Crustacean Biology, 17, 309–331.

Felder, D.L. & Rodrigues, S.A. 1993. Reexamination of the ghost shrimp *Lepidophthalmus louisianensis* (Schmitt, 1935) from the northern Gulf of Mexico and comparison to *L. siriboia*, new species, from Brazil (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). Journal of Crustacean Biology, 13, 357–376.

Felder, D.L. & Staton, J.L. 2000. *Lepidophthalmus manningi*, a new ghost shrimp from the southwestern Gulf of Mexico (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). Journal of Crustacean Biology, 20(special number 2), 170–181.

Gibbes, L.R. 1850. On the carcinological collections of the Cabinets of Natural History in the United States, and an enumeration of the species contained in them, with notes on the most remarkable, and descriptions of new species. Proceedings of the American Association for the Advancement of Science, 3rd meeting, 167–201.

Gomes-Correa, M.M. 1968. Sobre as especies de "*Upogebia*" Leach do litoral brasileiro, com descrição de uma espécie nova (Decapoda, Callianassidae). Revista Brasileira de Biologia, 28, 97–109.

Griffis, R. & Chávez, F. 1988. Effects of sediment type on burrows of *Callianassa californiensis* Dana and *C. gigas* Dana. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 117, 239–253.

Hay, W.P. & Shore, C.A. 1918. The decapod crustaceans of Beaufort, N.C., and the surrounding region. Bulletin of the Bureau of Fisheries, Washington, 35, 369–475.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Heard, R.W., King, R.A., Knot, D.M., Thoma, B.P. & Thornton-Devictor, S. 2007. A guide to the Thalassinidea (Crustacea: Malacostraca: Decapoda) of the South Atlantic bight. NOAA professional paper. NMFS. 2007;8(i-iii):1-30.

Hernáez, P. 2018. An update on reproduction in ghost shrimps (Decapoda: Axiidea) and mud lobsters (Decapoda: Gebiidea). In: Muhammet Türkoğlu, Umur Önal and Ali Ismen. Marine Ecology, chapter 11, IntechOpen; p. 231–253.

Hernáez, P. & Granda-Rodríguez, H. 2015. The community of Mata de Limón, Central Pacifc coast of Costa Rica and the extraction of colonchos *Callichirus seilacheri* (Bot, 1955) (Decapoda: Axiidea: Callianassidae). Latin American Journal of Aquatic Research, 43, 575–580.

Hernáez, P. & Wehrtmann, I.S. 2007 Population biology of the burrowing shrimp *Callichirus seilacheri* (Decapoda, Thalassinidea, Callianassidae) in northern Chile. Revista de Biología Tropical, 55(suppl. 1), 141–152.

Kensley, B. 1996. A new species of the axiid shrimp genus *Acanthaxius* from the Caribbean (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington, 109, 70–74.

Kensley, B. & Heard, R. 1990). The genus *Axianassa* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) in the Americas. Proceedings of the Biological Society of Washington, 103, 558–572.

Karasawa, H. 2004. *Neocallichirus maryae*, a replacement name for *Neocallichirus rathbunae* (Schmitt, 1935) (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Paleontological Research, 8, 87.

Kristensen, E. & Kostka, J.E. 2005. Macrofaunal burrows and irrigation in marine sediment: microbiological and biogeochemical interactions. In: Kristensen, E., Haese, R.R. & Kostka, J.E. (eds.), Interactions between macro- and micro-organisms in marine sediments. American Geophysical Union, Washington, DC, p. 125−158.

Latreille, P.A. 1831. Cours d'entomologie ou de l'histoire naturelle des Crustacés, des Arachnides, des Myriopodes et des Insectes. Exposition méthodique des ordres, des familles et des genres des trois premières classes. A l'usage des élèves de l'école du Muséum d'Histoire Naturelle: i-xiii, 1–568, Atlas, 1–26, pls. 1–24. (Paris).

Lemaitre, R. & Felder, D.L. 1996. A new species of ghost shrimp of the genus *Sergio* Manning & Lemaitre, 1994 (Crustacea, Decapoda, Callianassidae) from the Caribbean coast of Colombia. Proceedings of the Biological Society of Washington, 109, 453–463.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Lemaitre, R. & Rodrigues, S.A. 1991. *Lepidophthalmus sinuensis*: a new species of ghost shrimp (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) of importance to the commercial culture of penaeid shrimps on the Caribbean coast of Colombia, with observations on its ecology. Fishery Bulletin, U.S, 89, 623–630.

Manning, R.B. 1993. Two new species of *Neocallichirus* from the Caribbean Sea (Crustacea: Decapoda: Callianassidae). Proceedings of the Biological Society of Washington, 106, 106–114.

Manning, R.B. & Felder, D.L. 1991. Revision of the American Callianassidae (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington, 104, 764–792.

Manning, R.B. & Heard, R.W. 1986. Additional record for *Callianassa rathbunae* Schmitt, 1935 from Florida and the Bahamas (Crustacea, Decapoda, Callianassidae). Proceedings of the Biological Society of Washington, 99, 347–349.

Manning, R.B. & Lemaitre, R. 1994. *Sergio* a new genus of ghost shrimp from the Americas (Crustacea: Decapoda: Callianasidae). Nauplius, 1, 39–43

Melo, G.A.S. de. 1999. Manual de identifiçaco do Crustacea Decapoda do litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea; Palinuridea, Astacidea: 1–551, 326 figs. (Ed. Pleiâde/FAPESP, São Paulo).

Narchi, W. 1973. Crustáceos - estudos práticos I. São Paulo, Polígono-EDUSP, 116p.

Nates, S. & Felder, D. 1998. Impacts of burrowing ghost shrimp, genus *Lepidophthalmus* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea), on penaeid shrimp culture. Journal of the World Aquaculture Society, 29, 188–210.

Ngoc-Ho, N. 1989. Description de trois espéces nouvelles de la famille des Upogebiidae (Crustacea, Thalassinidea). Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 11, 865–878.

Pachelle, P.P.G., Anker, A., Mendes, C.B. & Bezerra, L.E.A. 2016. Decapod crustaceans from the state of Ceará, northeastern Brazil: an updated checklist of marine and estuarine species, with 23 new records. Zootaxa, 4131, 001–063.

Pachelle, P.P.G., Anker, A. & Bezerra, L.E.A. 2017. Re-identification of the material of *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 from Ceará, northeastern Brazil, with the first record of *N. cacahuate* Felder & Manning, 1995 in the southwestern Atlantic. Zootaxa, 4276, 346–356.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Peiró, D.F. 2012. Status taxonômico de *Callichirus major* (Say, 1818) sensu lato (Crustacea, Decapoda, Axiidea, Callianassidae) da costa brasileira: taxonomia, sistemática molecular, biologia populacional e reprodutiva. Ph.D. Thesis. Universidade de São Paulo, São Paulo, 158 pp.

Pezzuto, P.R. 1998. Population dynamics of *Sergio mirim* (Rodrigues, 1971) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) in Cassino Beach, Southern Brazil. Marine Ecology, 19, 89–109.

Posey, M. 1986. Changes in a benthic community associated with dense beds of a burrowing deposit feeder, *Callianassa californiensis*. Marine Ecology Progress Series, 31, 15–22.

Posey, M., Dumbauld, B. & Armstrong, D. 1991. Effects of a burrowing mud-shrimp, *Upogebia pugettensis* (Dana), on abundances of macroinfauna. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 148, 283–294.

Robles, R., Tudge, C.C., Dworschak, P.C., Poore, G.C.B. & Felder, D.L. 2009. Molecular phylogeny of the Thalassinidea based on nuclear and mitochondrial genes. In: Martin, J.W., Crandall, K.A. & Felder, D.L. (eds.), Decapod crustacean phylogenetics. Crust. Iss., 18: 309-326, fig. 1, tab. 1. (CRC Press, Boca Raton, Florida; London; New York).

Rodrigues, S.A. 1966. Estudos sobre *Callianassa*: Sistemática, Biologia e Anatomia. PhD Thesis. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.

Rodrigues, S.A. 1971 Mud shrimps of the genus *Callianassa* Leach from the Brazilian coast (Crustacea, Decapoda). Arquivos de Zoologia, 20, 191–223.

Rodrigues, S.A. 1983. Aspectos da Biologia de Thalassinidea do Atlantico tropical Americano. Universidade de São Paulo, Brazil. p. 1–174.

Rodrigues, S.A. & Manning, R.B. 1992. Two new callianassid shrimps from Brazil (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington, 105, 324–330.

Rodrigues, S.A. & Shimizu, R.M. 1992. Description of a new *Axianassa* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) from Brazil, and its first larval stage. Proceedings of the Biological Society of Washington, 105, 317–323.

Rodrigues, S.A. & Shimizu, R.M. 1997. Autoecologia de *Callichirus major* (say, 1818). Oecologia Brasiliensis, 3, 155–170.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Rosa, L.C. & Almeida, A.O. 2012. *Axianassa australis* Rodrigues and Shimizu, 1992 (Crustacea: Decapoda: Gebiidea: Axianassidae): First record from Sergipe, NE Brazil. Check List, 8, 1321–1322.

Rosa-Filho, J.S., Girard, T.C. & Frédou, F.L. 2013. Population dynamics of the burrowing shrimp *Lepidophthalmus siriboia* Felder and Rodrigues, 1993 (Reptantia: Axiidea: Callianassidae) on the Amazonian coast. Journal of Crustacean Biology, 33, 503–511.

Sakai, K. 2005. Callianassoidea of the world (Decapoda, Thalassinidea). Crustaceana Monographs, 4: i–vi, 1–285, figs. 1–44.

Sakai, K. 2006. Upogebiidae of the world (Decapoda, Thalassinidea). Crustaceana Monographs, 6, pp. 191.

Sakai, K. 2011. Axioidea of the world and a reconsideration of the Callianassoidea (Decapoda, Thalassinidea, Callianassida). Crustaceana Monographs, 13, 1–520.

Sakai, K. & Türkay, M. 2012 A collection of Thalassinidea Latreille, 1831 (Decapoda, Pleocyemata) from the Senckenberg Forschungsinstitut and Natural History Museum, Frankfurt am main. Crustaceana, 85, 723–765.

Say, T. 1818 An account of the Crustacea of the United States. Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1, 57–441.

Schmitt, W.L. 1924. Bidragen tot de kenntis der fauna van Curaçao. Resultaten eener reis van Dr. C. J. van der Horst in 1920. The macruran, anomuran and stomatopod Crustacea. Bijdragen tot de Dierkunde, 23, 61–81. Available from: http:// www.repository.naturalis.nl/document/547708

Schmitt, W. 1935. Mud shrimps of the Atlantic coast of North America. Smithsonian miscellaneous collections, 95, 1–21, pls. 1–5.

Souza, J.R.B. & Borzone, C.A. 2003. A extração de corrupto, *Callichirus major* (Say) (Crustacea, Thalassinidea), para uso como isca em praias do litoral do Paraná: as populações exploradas. Revista Brasileira de Zoologia, 20, 625–630.

Staton, J.L. & Felder, D.L. 1995. Genetic variation in populations of the ghost shrimp genus *Callichirus* (Crustacea: Decapoda: Thalassinoidea) in the western Atlantic and Gulf of Mexico. Bulletin of Marine Science, 56, 523–536.

Suchanek, T. 1983. Control of seagrass communities and sediment distribution by *Callianassa* (Crustacea: Thalassinidea) bioturbation. Journal of Marine Research, 41, 281–298.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Tan, L.W.H. & Ng, P.K.L. 1988. A guide to seashore life. Singapore: Singapore Science Centre; pp. 1–160

Türkay, M. & Sakai, K. 1995. Decapod crustaceans from a volcanic hot spring in the Marianas. Senckenbergiana Maritima Series, 26, 25–35.

Williams, A.B. 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida: 1–550. (Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.).

Williams, A.B. 1987. *Upogebia synagelas*, new species. A commensal mud shrimp from sponges in the western Central Atlantic (Decapoda: Upogebiidae). Proceedings of the Biological Society of Washington, 100, 590–595.

Ziebis, W., Forster, S, Huettel, M. & Jørgensen, B. 1996. Complex burrows of the mud shrimp *Callianassa truncata* and their geochemical impact in the sea bed. Nature, 382, 619–622.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## SEGUNDO CAPÍTULO

# Gradiente latitudinal da riqueza de espécies e regra de Rapoport em camarões corruptos da costa de Brasil

Patricio Hernáez

**Resumo.** O estudo do gradiente latitudinal da riqueza de espécies constitui um dos aspectos mais proeminentes da ecologia biogeográfica. No presente capítulo, este aspecto foi analisado, usando como modelo biológico os camarões corruptos da costa do Brasil. De forma adicional, foi examinada a possível relação entre o tamanho do intervalo de distribuição geográfica e a latitude, contrastando à validade da regra de Rapoport para o Atlântico sul ocidental. Para isto, se utilizou a informação biológica e ambiental obtida durante uma série de expedições ao longo da costa de Brasil (~0 - 32° S), incorporando à base de dados, os registros sobre outras espécies de camarões corruptos intertidais e subtidais disponíveis na literatura. Um total de 43 espécies de camarões corruptos foram analisados. Destas espécies, 23 (53%) corresponderam a camarões intertidais, sendo as espécies restantes reportadas entre águas rasas e fundos lodosos da plataforma continental. A riqueza de espécies mostrou um significativo declive com o incremento da latitude, estando diretamente correlacionada à variação latitudinal da temperatura superficial da água do mar e, inversamente, à oscilação latitudinal do oxigênio dissolvido. O intervalo latitudinal mostrou uma relação significativamente positiva com a latitude. A maioria das espécies (82%) mostraram um tamanho do intervalo igual ou inferior a 10° latitudinais entre os 5°N e 5°S, enquanto que ao sul dessa banda, 11 (48%) das espécies registraram distribuições com uma extensão superior (17° graus latitudinais). O gradiente latitudinal da riqueza de espécies de camarões corruptos é discutido a partir de um enfoque biogeográfico, tentando propor a hipótese mais plausível que explique a prevalência deste padrão na costa de Brasil.

**Palavras-chave:** Diversidade, Variabilidade Latitudinal, Axiidea, Gebiidea, Atlântico Sul-Ocidental.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**Abstract. The latitudinal gradient of species richness and Rapoport's rule in the ghost shrimps from the Brazilian coast.** The analysis of latitudinal gradient of species richness is one of the most prominent aspects of biogeographical ecology. In present chapter, this aspect was analyzed using as a biological model the ghost shrimps from the Brazilian coast. In addition, it was examined the potential relationship between geographical range size and latitude, testing the validity of Rapoport's rule for the South Western Atlantic. For this purpose, it is used the biological and environmental information collected through several latitudinal expeditions along the Brazilian coast (~0 - 32° S), adding to the database, the records about other intertidal and subtidal ghost shrimp species available in literature. A total of 43 ghost shrimp's species were analyzed during the study period. From these species, 23 (53%) corresponding to intertidal ghost shrimps, whereas the remaining species were recorded between shallow waters and muddy bottoms of the continental shelf. Species richness showed a significant decline with the latitude, that was directly related with the latitudinal oscillation of seawater temperature and inversely with dissolved oxygen. Geographical range size was strongly correlated with the latitude. Most species (82%) showed a geographical size range equal or below 10° latitudinal degrees between 5°N and 5°S, whereas at south of this band, 11 (48%) of the species registered a size range above 17° latitudinal degrees. Latitudinal gradient of species richness of ghost shrimps is discussed from a biogeographical approach, proposing the most plausible hypothesis that explains the prevalence of this pattern in the coast of Brazil.

**Key Words:** Diversity, Latitudinal Variability, Axiidea, Gebiidea, Western Atlantic.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## Introdução

Um dos principais paradigmas em ecologia é a existência de um gradiente latitudinal na riqueza de espécies (GLR), que prediz o incremento da diversidade biológica das regiões temperadas às regiões tropicais (p. ex., Pianka 1966; Ricklefs 1973; Pianka 1988; Rohde 1992; Willig *et al*. 2003; Rivadeneira *et al*. 2015). Este padrão tem sido amplamente confirmado em organismos terrestres (Brown & Lomolino 1998), porém continua sendo incerto em ambientes marinhos. No hemisfério norte, por exemplo, tem sido observada uma diminuição da diversidade junto aos polos, seja para espécies de peixes teleósteos (Rohde *et al*. 1993), como também de moluscos bivalves e gastrópodes (Roy *et al*. 1998) e foraminíferos (Rutherford *et al*. 1999). No entanto, na costa do Pacífico do hemisfério sul, alguns taxa têm mostrado um padrão inverso, com incremento do número de espécies em altas latitudes (p. ex., Demospongiae, Polychaeta, Mollusca e Amphipoda – Clarke & Crame 1997; Lancellotti & Vásquez 2000; Valdovinos *et al*. 2003; Rivadeneira *et al*. 2011), sugerindo que o GLR pode não ser universal para todos os grupos de organismos ou contrastar entre diferentes hemisférios.

Pelo exposto, não é possível explicar a variação da diversidade com base em um único fator ecológico ou histórico, mas pela combinação de diversos fatores que variam com a latitude. De acordo com a literatura, estes fatores podem ser classificados em quatro tipos, relativos a: (1) taxa de entrada da energia solar e sua influencia sobre a produtividade; (2) condições ambientais abióticas relativamente constantes e favoráveis, desde uma escala sazonal até a que remonta milhões de anos; (3) compensações entre a influencia das interações ambientais abióticas em latitudes altas e as interações bióticas nos trópicos; e (4) área do habitat (Pianka 1978; Huston 1979; Terborgh 1985; Brown 1999). Além desses, a velocidade evolutiva determinada pela temperatura é considerada um quinto fator responsável pela existência do GLR em determinados grupos taxonômicos (Rohde 1999). No ambiente marinho, a capacidade de dispersão de um organismo tem um efeito considerável sobre o intervalo de distribuição geográfica de uma espécie e, consequentemente, sobre o gradiente latitudinal da diversidade de um determinado grupo filogenético com similar modo de desenvolvimento larval (Valentine & Jablonski 1983). Assim, os invertebrados marinhos caracterizados por um prolongado desenvolvimento larval (p. ex., planctotrófico) têm maiores chances de se dispersar numa maior área geográfica do que as espécies que produzem larvas de desenvolvimento abreviado ou direito (p. ex., lecitotrófico) (Mileikovsky 1971; Gallardo &



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Penchaszadeh 2001). Neste sentido, as habilidades de dispersão de muitos invertebrados marinhos tendem a diminuir, gradualmente, com a latitude, devido a um encurtamento progessivo do número de estágios larvais e, em consequência, da duração do desenvolvimento larval nas latitudes maiores (regra de Thorson; Thorson 1946, 1950). No entanto, as espécies de baixas latitudes tipicamente possuem intervalos de tolerância mais estreitos do que aquelas de latitudes maiores, restringindo sua distribuição às regiões tropicais, onde o ambiente mostra maior estabilidade abiótica quando confrontado às regiões frias (Stevens 1989; Rohde *et al*. 1993).

Outro dos aspectos que tem recebido bastante atenção em ecologia é a relação entre o tamanho do intervalo de distribuição geográfica das espécies e a latitude. Ela foi batizada por Stevens (1989) como Regra de Rapoport (em homengamen ao trabalho do ecólogo argentino Eduardo Rapoport – Rapoport 1975), tratando de uma correlação positiva existente entre o tamanho do intervalo de distribuição geográfico e a latitude. Posteriormente, outros estudos estenderam esta regra para gradientes altitudinais e batimétricos (Stevens 1992, 1996). No ámbito marinho, vários trabalhos tem dado suporte à relação latitudinal e batimétrica do efeito de Rapoport para os taxa do Pacífico no hemisfério norte (Stevens 1996; Smith & Brown 2002; Smith & Gaines 2003), enquanto outros estudos não têm encontrado qualquer relação para os taxa do hemisfério sul, tanto no Pacífico como no Atlântico (Rohde & Heap 1996; Santelices & Marquet 1998; Astorga *et al*. 2003; Hernández *et al*. 2005), sugerindo que a regra de Rapoport não se aplica para a maioria dos invertebrados marinhos.

A costa de Brasil se estende por ~7400 km, desde 4°N até 34°S, com uma alta variabilidade climática que varia de um padrão semiárido, úmido-tropical até subtropical. A plataforma continental é usualmente muito estreita (~50 km em largura), porém particularmente extensa (~220 km em comprimento) no Banco dos Abrolhos (~18°S, 38°O), localizado entre o limite sul do Estado de Bahia e o norte do Estado de Espírito Santo. A costa do Brasil está influenciada pela Corrente Sul Equatorial, que alcança a plataforma continental entre as latitudes 11 e 15°S, rumando ao norte como a Corrente Norte do Brasil e para o sul como a Corrente do Brasil (Stramma *et al*. 1990). O Banco de Royal Charlotte (~16°S, 38°O), o Banco de Abrolhos e a Cadeia de Montes Submarinos Vitória-Trindade constituem barreiras biogeográficas para o fluxo das águas quentes da Corrente de Brasil. No sul desta região, a costa brasileira sofre influência por vários processos de ressurgimento costeiro, que são promovidos pela entrada das águas do Atlântico Central Sul (Ekau & Knoppers 1999). Além



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

disso, são reconhecidas quatro grandes regiões de recifes de coral ao longo da costa brasileira: Norte, Nordeste, Leste e Sul (Laborel 1970; Leão *et al*. 2003). Assim, segundo Laborel (1970) consideram-se como limites das quatro regiões brasileiras: 1) região norte, da Foz do Rio Amazonas (0°30'S) ao Cabo de São Roque (5°29'S); 2) região nordeste, do Cabo de São Roque até a Foz do Rio São Francisco (10°30'S); 3) região sudeste, do Rio São Francisco até o Rio Doce (19°S); e 4) região sul, do Rio Doce até a costa sul do Estado de Santa Catarina (27°S).

No presente capítulo, foi avaliado o gradiente latitudinal na riqueza de espécies de camarões corruptos do Brasil, utilizando os registros procedentes do extenso programa de coletas latitudinais no presente estudo, bem como aqueles disponíveis na literatura. Além disso, foi examinada a validade da regra de Rapoport para a costa brasileira, utilizando como modelo biológico os camarões corruptos. Adicionalmente, são acrescidas informações sobre a variação latitudinal de alguns parâmetros ambientais (temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido), bem como sua relação com a diversidade biológica dos camarões corruptos. Os dados apresentados aqui, constituem a primeira aproximação biogeográfica ao estudo do gradiente da riqueza das espécies de camarões corruptos do Brasil, consistindo um dos poucos estudos com tal enfoque ao longo do Atlântico Sul Ocidental.

## Materiais e Métodos

### *Área de estudo e coleta de espécimes*

Os camarões corruptos foram coletados em sucessivas expedições latitudinais ocorridas de junho/2016 a julho/2017, ao longo da costa brasileira (Fig. 1). Os locais de coleta (N=50) estiveram distribuídos desde a Praia do Crispim, Estado do Pará (00°34'58"S, 47°39'03"O) até a Praia Cassino, Estado do Rio Grande do Sul (32°12'08"S, 52°10'16"O), selecionadas a partir dos registros disponíveis na literatura (vide Rodrigues 1971; Rodrigues & de Carvalho 1972; Coelho 1973; Rodrigues 1983; Coelho & Ramos-Porto 1986; Rodrigues & Manning 1992; Coelho 1997; Coelho & Rattacaso 1998; Pezzuto 1998; Souza *et al*. 1998; Botter-Carvalho *et al*. 2002) e em respeito às capacidades logísticas disponíveis ao desenvolvimento do presente estudo. Normalmente os camarões corruptos constroem suas galerias nos sedimentos de praias arenosas, assim como de estuários, marismas e manguezais (Manning & Felder 1991; Atkinson & Taylor 2004; Heard *et al*. 2007), embora alguns



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Callianideidae possam ser encontrados sob rochas (Hernáez & Vargas 2013). Consequentemente, para uma melhor representação da diversidade deste grupo no litoral brasileiro, as coletas foram focadas em quase todos estes ambientes, exceto nas áreas internas dos manguezais, que não foram consideradas no presente estudo. Adicionalmente, em cada local de coleta foi registrada '*in situ*' a temperatura superficial da água do mar na galeria (± 0.1ºC), bem como a salinidade (UPS) e o oxigênio dissolvido na água do mar (mg/L), com o uso de um condutivímetro (SevenGo Pro Mettler-Toledo) e um oxímetro (YSI 550A), respectivamente. A posição geográfica de cada local foi registrada com GPS (Garmin® eTrex 10).

Em cada local foram estabelecidas três transecções paralelas à linha de costa, na zona intertidal, que foram inspecionadas a procura de galerias de camarões corruptos, para a captura de exemplares com uma bomba de sução manual, do tipo "yabbie" (100 cm comprimento x 5,5 cm diâmetro). Este dispositivo de sucção é muito eficiente na coleta de tais organismos que vivem em galerias (vide Rodrigues, 1966). Em seguida, o conteúdo do sedimento foi cuidadosamente peneirado (malha 2 mm) e examinado a procura de camarões corruptos. Como padronização, cada toca foi bombeada apenas cinco vezes, pois logo após o sedimento ao redor das galerias se colapsa, eliminando o risco da amostragem de uma mesma galeria (unidade amostral) mais de uma vez. Em seguida, cada camarão amostrado foi cuidadosamente individualizado em saco plástico, sendo devidamente etiquetado e, em seguida, conservado em etanol 80-90%, para posterior exame laboratorial. O material coletado no presente estudo foi depositado na Coleção Científica do Grupo de Pesquisas em Biologia de Crustáceos (CRUSTA), da UNESP IB/CLP, bem como no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MUZUSP).

***Gradiente latitudinal na riqueza de espécies (GLR)***

O GLR foi avaliado usando a informação obtida no programa de coletas, com incorporação da informação histórica reportada na literatura para os camarões corruptos do Brasil (Tabela 1). Os dados foram agrupados segundo três províncias biogeográficas para a costa de Brasil (Fig. 1), conforme sugerido por Spalding *et al*. (2007), a saber: Plataforma Norte do Brasil (PNB); Altântico Sul-Ocidental Tropical (ASOT); e Atlântico Sul-Ocidental quente-temperado (ASOQT). O limite entre as províncias "Plataforma Norte do Brasil" e "Atlântico Sul Ocidental Tropical" foi reajustado segundo o padrão oceanográfico descrito



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

pela US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) para o Atlântico sul Ocidental, onde ocorrem duas correntes em sentido oposto, aproximadamente aos 3° S (vide também Stramma *et al*. 1990). A análise da diversidade foi conduzida ao nível de espécie e de gênero, tanto para o ambiente intertidal como para o subtidal de cada província biogeográfica. A riqueza de espécies foi comparada entre as províncias biogeográficas através de um teste de Kruskal-Wallis (KW), já que as variâncias entre os grupos foram heterogêneas. Paralelamente, o GLR foi analisado como a soma de todas as espécies presentes por grau de latitude. A relação entre a diversidade de espécies e a latitude, incluindo os parâmetros ambientais registrados em cada local de coleta, foi avaliada por uma matriz instantânea de similitude, usando o coeficiente de produto-momento de Pearson (r), e testando previamente a relação entre as colunas através da prova de esfericidade de Bartlett (P>0,05).

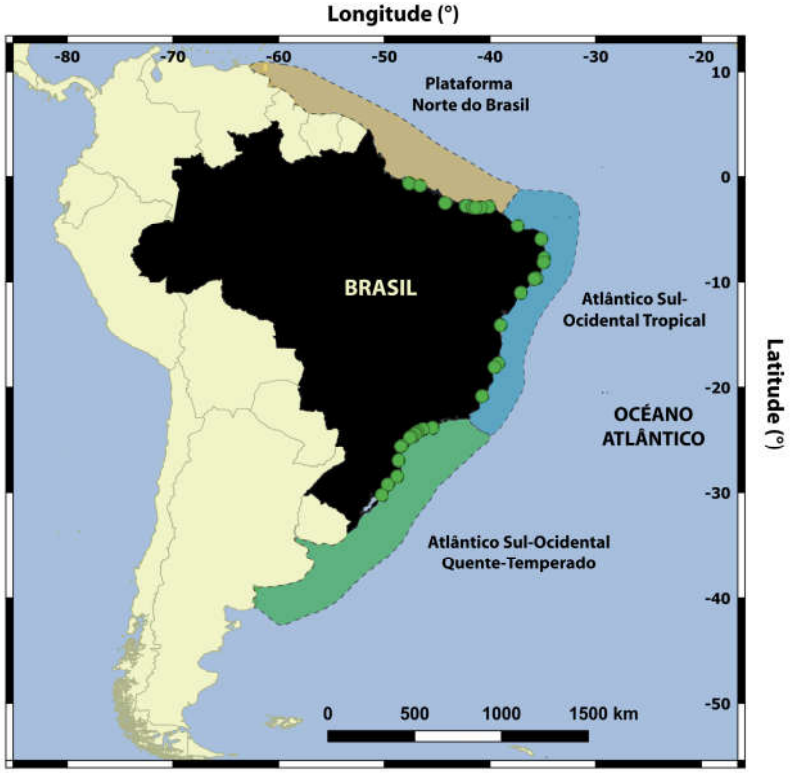


**Figura 1.** Área de estudo mostrando os locais de coleta (círculos verdes) e as três províncias biogeográficas da costa de Brasil (encerradas com uma linha segmentada), segundo Spalding *et al*. (2007), modificado conforme o padrão oceanográfico do Atlântico sul ocidental, conforme a US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

***Tamanho do intervalo geográfico: Regra de Rapoport***

Para determinar a relação entre a latitude e o tamanho do intervalo geográfico (regra de Rapoport – Stevens 1989), se realizou uma análise usando o método do ponto médio proposto por Rohde *et al*. (1993). Este método, contrário ao método de Stevens (Stevens 1989), trata o intervalo de cada espécie de forma independente, evitando a falta de independência estatística dos dados. O intervalo foi determinado pela diferença entre o extremo norte e sul da distribuição geográfica de cada espécie, enquanto que o ponto médio se refere ao valor médio em graus latitudinais. O tamanho do intervalo latitudinal foi relacionado à latitude através do coeficiente produto-momento de Pearson (r). As espécies que apresentaram somente um único registro e/ou com distribuições inferiores a dois graus latitudinais foram descartadas desta análise, evitando uma subestimação do efeito de Rapoport.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**Tabela 1.** Lista de espécies de camarões corruptos intertidais (I) e subtidais (S) da costa de Brasil, nas três províncias biogeográficas estabelecidas por Spalding *et al*. (2007): Plataforma Norte do Brasil (PNB); Atlântico Sul-Ocidental Tropical (ASOT); e Atlântico Sul-Ocidental Quente-Temperado (ASOQT). A cor nas letras (I, S) indicam a origem de cada registro, estando em preto quando a espécie foi registrada no presente estudo e em vermelho quando corresponde a um registro anterior.

| Táxon/Província | PNB | ASOT | ASOCT | Referência |
|---|---|---|---|---|
| **Infraordem Axiidea de Saint Laurent, 1979** | | | | |
| **Família Axiidae Huxley, 1879** | | | | |
| *Axiopsis brasiliensis* Coelho & Ramos-Porto, 1991 | S | S | | Coelho & Ramos-Porto 1972 |
| *Axiorygma nethertoni* Kensley & Simmons, 1988 | S | | | Coelho 1997 |
| *Calaxius angulatus* (Coelho, 1973) | S | | | Coelho 1973 |
| *Coelhocalaxius spinosus* (Coelho, 1973) | S | | | Coelho 1997 |
| *Coralaxius nodulosus* (Meinert, 1877) | | S | | Coelho 1997 |
| *Paraxiopsis defensus* (Rathbun, 1901) | | S | | Coelho 1997 |
| *Paraxiopsis pindatyba* Rodrigues & Kensley, 1991 | | I | | Rodrigues & Kensley 1991 |
| *Paraxiopsis vicina* (Coelho & Ramos-Porto, 1991) | S | | | Coelho 1997 |
| **Família Callianassidae Dana, 1852** | | | | |
| *Biffarius biformis* (Biffar, 1971) | | I | | Coelho 1997; Botter-Carvalho *et al*. 2012 |
| *Biffarius delicatulus* Rodrigues & Manning 1992 | I | I | | estudo atual |
| *Biffarius fragilis* (Biffar, 1970) | | I | | Coelho 1997; Botter-Carvalho *et al*. 2012 |
| *Callichirus major* (Say, 1818) | I | I | I | estudo atual |
| *Cheramus marginatus* (Rathbun, 1901) | S | S | | Coelho & Ramos-Porto 1972 |
| *Cheramus profunda* (Biffar, 1973) | | | S | Coelho 1997 |
| *Corallianassa hartmeyeri* (Schmitt, 1935) | | I | | Coelho 1997 |
| *Corallianassa longiventris* (A. Milne-Edwards, 1870) | I | I | | Coelho 1997 |
| *Ctenocheles holthuisi* Rodrigues, 1978 | | S | | Rodrigues 1978 |
| *Ctenocheloides almeidai* Anker & Pachelle, 2013 | | I | | Anker & Pachelle 2013; Santos *et al*. 2016 |
| *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 | I | I | | estudo atual |
| *Neocallichirus cacahuate* Felder & Manning, 1995 | | I | | Pachelle *et al*. 2017 |
| *Neocallichirus grandimana* (Gibbes, 1850) | | I | | Pachelle *et al*. 2017 |
| *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 | I | I | | estudo atual |
| *Neocallichirus nickellae* Manning, 1993 | | I | | estudo atual |
| *Poti gaucho* Rodrigues & Manning, 1992 | | | S | Rodrigues & Manning 1992 |
| *Sergio guara* (Rodrigues, 1971) | I | I | I | Rodrigues 1971; Pachelle *et al*. 2017; estudo atual |
| *Sergio guassutinga* (Rodrigues, 1971) | | I | I | Rodrigues 1971 |
| *Sergio mirim* (Rodrigues, 1971) | | I | I | estudo atual |
| **Família Eucalliacidae Manning & Felder, 1991** | | | | |
| *Eucalliax cearaensis* Rodrigues & Manning 1992 | | I | | Rodrigues & Manning 1992 |
| **Família Gourretiidae Sakai, 1999** | | | | |
| *Dawsonius latispinus* (Dawson, 1967) | S | S | | Coelho 1997 |
| **Família Micheleidae Sakai, 1992** | | | | |
| *Marcusiaxius lemoscastroi* Rodrigues & de Carvalho, 1972 | S | | | Rodrigues & de Carvalho, 1972 |
| *Marcusiaxius minutus* (Coelho, 1973) | S | | | Coelho 1973 |
| *Meticonaxius capricorni* Coelho, 1987 | | S | S | Coelho 1987 |
| **Infraordem Gebiidea de Saint Laurent, 1979** | | | | |
| **Família Axianassidae Schmitt, 1924** | | | | |
| *Axianassa australis* Rodrigues & Shimizu, 1992 | I | I | I | Rodrigues & Shimizu 1992; estudo atual |
| **Família Upogebiidae Borradaile, 1903** | | | | |
| *Potamogebia operculata* (Schmitt, 1924) | | S | | Coelho 1997 |
| *Upogebia acanthura* Coelho, 1973 | S | S | | Coelho 1997 |
| *Upogebia brasiliensis* Holthuis, 1956 | I | I | | Coelho 1997 |
| *Upogebia careospina* Williams, 1993 | | S | | Coelho 1997 |
| *Upogebia marina* Coelho, 1973 | I | I | | Coelho 1997 |
| *Upogebia noronhensis* Fausto-Filho, 1969 | S | S | | Coelho 1997 |
| *Upogebia omissa* Gomes Corrêa, 1968 | I | I | | Coelho 1997; estudo atual |
| *Upogebia omissago* Williams, 1993 | S | | | Coelho 1997 |
| *Upogebia paraffinis* Williams, 1993 | | I | | Coelho 1997 |
| *Upogebia vasquezi* Ngoc-Ho, 1989 | I | I | | Coelho 1997 |

## Resultados

Um total de 43 espécies de camarões corruptos foram listados para a costa do Brasil (Tabela 1), das quais 53% (n=23) foram intertidais e as demais registradas em águas rasas e fundos lodosos da plataforma continental, até aproximadamente 290 m (p. ex., *Cheramus*



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

*marginatus*). Com exceção da província biogeográfica Plataforma Norte do Brasil (PNB), a riqueza de espécies foi sempre maior na zona intertidal do que na subtidal (Fig. 1A). Em termos latitudinais, a diversidade total de espécies e gêneros foi significativamente maior na província Atlântico Sul Ocidental Tropical (34 espécies, 20 gêneros) do que nas outras duas províncias PNB e ASOQT (Kruskal-Wallis, H=6.52, gl=2, p=0,03), onde foram registradas 24 espécies com 18 gêneros e 9 espécies com 7 gêneros, respectivamente (Fig. 1A,B).

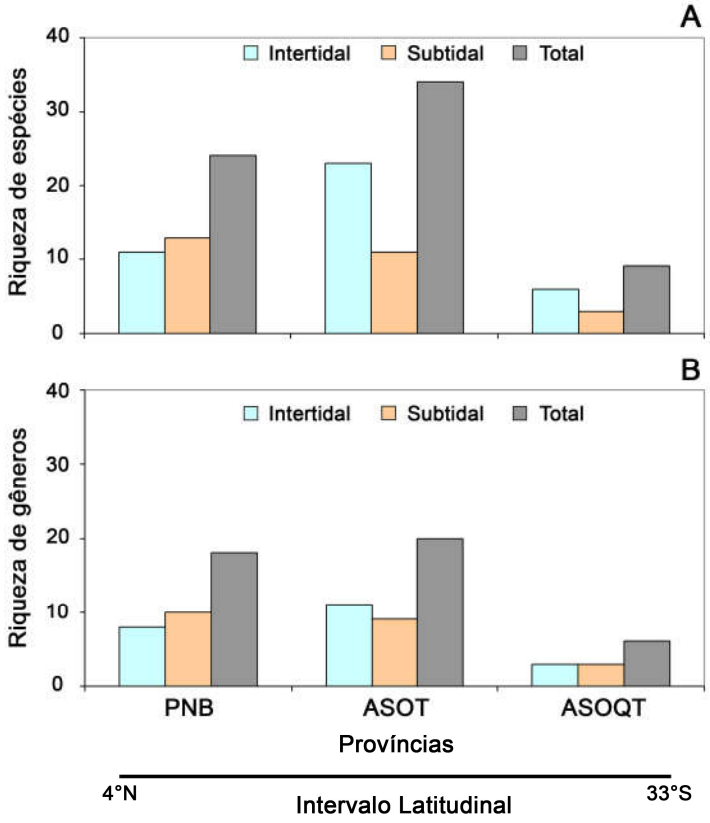


**Figura 2.** Riqueza de espécies (A) e de gêneros (B) de camarões corruptos intertidais e subtidais para cada uma das três província biogeográfica da costa do Brasil (4°N - 33°S), a saber: Plataforma Norte do Brasil (PNB), Atlântico Sul-Ocidental Tropical (ASOT) e Atlântico Sul Ocidental Quente-Temperado (ASOQT).

Um declínio significativo da riqueza de espécies foi detectado com o incremento da latitude (Figura 3 e Tabela 2). Os valores máximos de diversidade foram atingidos entre os 5° e 10° S, com distância equivalente a que ocorre entre os estados de Rio Grande do Norte e Pernambuco. A riqueza de espécies também esteve diretamente correlacionada à variação latitudinal da temperatura superficial da água do mar e inversamente à oscilação latitudinal do oxigênio dissolvido (Tabela 2). Geograficamente, como esperado, foi detectada uma



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

diminuição significativa da temperatura com o incremento da latitude, com o inverso ocorrendo latitudinalmente com o oxigênio dissolvido (Tabela 2). A variação latitudinal da salinidade não apresentou nenhuma relação significativa com a diversidade ou com os demais parâmetros medidos durante a coleta geográfica de dados ao longo do litoral brasileiro.

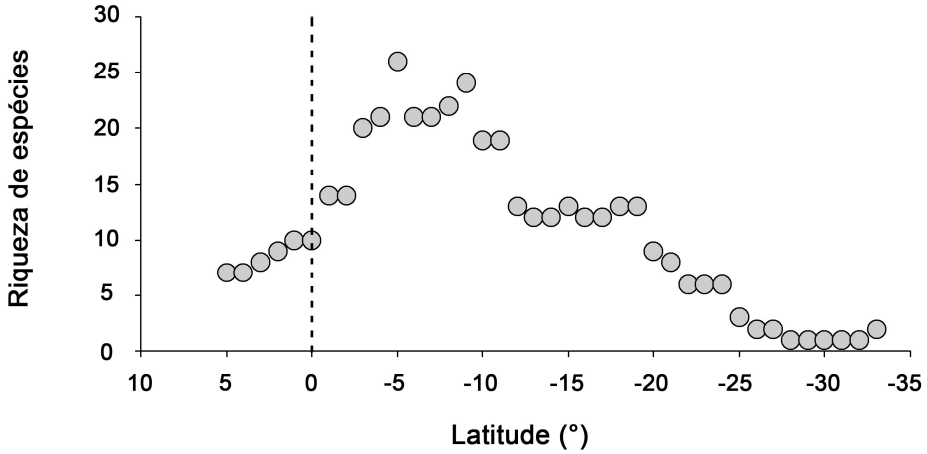


**Figura 3.** Gradiente latitudinal da riqueza de espécies de camarões corruptos (intertidais + subtidais) da costa brasileira (4°N - 33°S). A linha segmentada marca o paralelo do Equador.

**Tabela 2.** Matriz de similitude entre a diversidade e a latitude, incluindo a relação estatística com os parâmetros ambientas. As distâncias estatísticas são baseadas no coeficiente de produto-momento de Pearson (r). Em negrito estão representados os valores estatisticamente significativos (P<0,05).

| Parâmetro | Lat | RE | T | Sal | OD |
|---|---|---|---|---|---|
| Latitude (Lat) | -- | **-0,89** | **-0,90** | -0,30 | **0,68** |
| Riqueza de espécies (RE) | -- | -- | **0,90** | 0,29 | **-0,79** |
| Temperatura (T) | -- | -- | -- | 0,46 | **-0,81** |
| Salinidade (Sal) | -- | -- | -- | -- | -0,29 |
| Oxigênio dissolvido (OD) | -- | -- | -- | -- | -- |

Em geral, o tamanho do intervalo de distribuição latitudinal das espécies de camarões corruptos variou de 3 a 29°, sendo que as espécies intertidais, em média, alcançaram uma extensão geográfica maior do que as espécies subtidais (14,1 ± 8,0° vs. 10,7 ± 7,3°). O intervalo latitudinal mostrou uma relação significativamente positiva com a latitude (Pearson, r=0,56, p<0,001; Fig. 4). Entre os 5°N e 5°S, a maioria das espécies (82%) mostraram um tamanho de intervalo latitudinal ≤10°, enquanto que ao sul dessa banda, 48% das espécies (n=11) registraram distribuições com uma extensão >17° graus latitudinais (Fig. 4).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

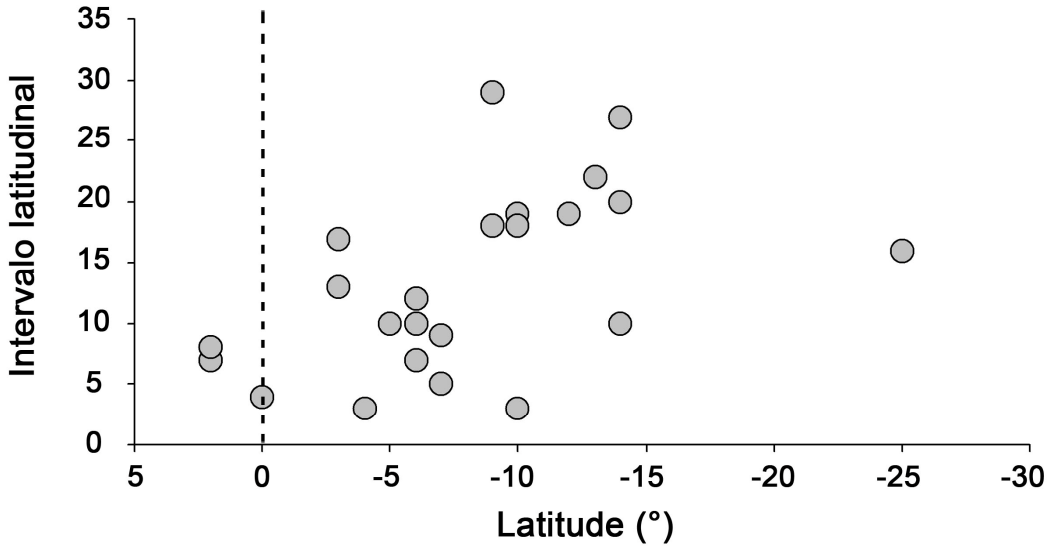


**Figura 4.** Intervalo latitudinal das espécies de camarões corruptos (intertidais + subtidais) ao longo da costa brasileira (4°N - 33°S). A linha segmentada marca o paralelo do Equador.

## Discussão

A riqueza de espécies de camarões corruptos mostrou a típica tendência de diminuição latitudinal previamente informada para diversos grupos de organismos terrestres (Brown & Lomolino 1998) e marinhos (Rohde *et al*. 1993; Roy *et al*. 1998; Rutherford *et al*. 1999; Astorga *et al*. 2003) do hemisfério norte e sul (para uma revisão vide Willig *et al*. 2003 e refereências citadas no mesmo documento). Embora muitos estudos sobre invertebrados marinhos e macroalgas do hemisfério sul tenham mostrado um padrão inverso (p. ex., Clarke & Crame 1997; Santelices & Marquet 1998; Lancellotti & Vásquez 2000; Valdovinos *et al*. 2003, Espinosa-Pérez & Hendrickx 2006; Rivadeneira *et al*. 2011), o padrão latitudinal para a riqueza de espécies de camarões corruptos confirmou os dados previamente relatados para espécies de Anomura e Brachyura do Atlântico Sul Ocidental (Astorga *et al*. 2003).

Na literatura ainda se debate sobre as hipóteses que explicam a existência de uma diminuição latitudinal da riqueza de espécies das regiões tropicais para as temperadas (vide a discussão sobre as hipóteses apresentadas por Willig *et al*. 2003). A maioria delas menciona que tal clina é resultado do equilíbrio entre as taxas de extinção e migração (p. ex., pelo efeito de resgate de Rapoport: Brown & Kodric-Brown 1977) e origem das espécies (Wiens & Donoghue, 2004; Mittelbach *et al*. 2007), que são modelados, principalmente, por processos ecológicos, históricos e evolutivos (vide Pianka 1978; Huston 1979; Terborgh 1985; Brown



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

1999; Rohde 1999). O padrão oceanográfico do Atlântico Sul Ocidental (Stramma *et al*. 1990), aliado ao predomínio de um modo larval planctotrófico, característico dos camarões corruptos do Brasil (Abrunhosa *et al*. 2005), pode favorecer a dispersão de suas espécies ao longo da costa brasileira gerando extensas distribuições latitudinais. Tal fato foi comprovado pelos dados atuais, onde 44% do total das espécies analisadas apresentaram um intervalo de distribuição ≥10° latitudinais. Parece ser que as espécies de camarões corruptos não alcançam intervalos maiores de distribuição latitudinal devido às restrições fisiológicas e à disponibilidade de habitats adequados, o que compromete a sobrevivência larval e o posterior assentamento dos juvenis da mesma espécie. Esta hipótese foi suportada pela forte correlação latitudinal entre a riqueza de espécies e a variação térmica e do oxigênio dissolvido, bem como pela monopolização do habitat por parte de algumas espécies mais dominantes (p. ex., *C. major*, *L. siriboia*, entre outras).

Conforme às observações realizadas aqui, o número de habitats disponíveis para os camarões corruptos (praias refletivas, intermediárias e dissipativas, "tidal flat", entre outros) aumenta em direção à região Norte e Nordeste do Brasil, em comparação aos mesmos habitats na região Sudeste e Sul de Brasil, onde preponderam praias do tipo intermediário e dissipativas, que parecem favorecer a monopolização do substrato por *C. major* e *S. mirim*. O recrutamento larval dos camarões corruptos também pode ser fortemente influenciado pela presença de agregações de adultos, que proporcionam sinais químicos ao assentamento larval (vide Strasser & Felder 1998). Tal fato, em conjunto com outros fatores, como (i) a competência interespecífica, (ii) a diminuição da heterogeneidade ambiental para as regiões temperadas, (iii) a contaminação pelo excesso de urbanização, e (iv) a presença de barreiras topográficas que impedem a dispersão, podem provocar redução da diversidade de espécies de camarões corruptos com o incremento latitudinal. Assim, tais aspectos requerem ser analisados em futuros estudos.

Os resultados do presente estudo confirmam a regra de Rapoport quanto ao incremento latitudinal do intervalo de distribuição geográfica de camarões corruptos. Este resultado contradiz outros estudos que descartam o efeito de Rapoport em vários grupos taxonômicos do Atlântico Sul Ocidental (Rohde *et al*. 1993; Rohde & Heap 1996, Santelices & Marquet 1998; Astorga *et al*. 2003). Uma hipótese que pode explicar este gradiente latitudinal tem relação às necessidades ecológicas mais restritas das espécies tropicais do que as espécies de



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

latitudes maiores (como indicado pela regra de Rapoport), favorecendo na dispersão destas últimas em maiores áreas geográficas (Stevens 1989). Assumindo que as capacidades de dispersão das espécies de camarões corruptos são similares, devido ao desenvolvimento larval predominantemente plantotrófico, as taxas de sobrevivência das larvas serão mediadas pelas restrições fisiológicas e ecológicas impostas pela seleção natural durante o processo de dispersão larval. Desta forma, fatores como a temperatura, oxigênio dissolvido, disponibilidade de habitat, competência interespecífica, entre outros, podem ser cruciais na hora do assentamento larval e, consequentemente, para a dinâmica do intervalo de distribuição geográfica. Algumas espécies de camarões corruptos intertidais monopolizam o ambiente em algumas praias de areia (p. ex., *C. major*), planícies intertidais próximas a estuários (p. ex., *L. siriboia*) e fundos lodosos sobre a plataforma continental (p. ex., *D. latispinus*), onde a disponibilidade destes ambientes poderia ser crucial à manutenção de grandes intervalos de distribuição ao longo da costa brasileira. Embora este tipo de pensamento dê mais valor à disponibilidade do hábitat do que às capacidades adaptativas das espécies de camarões corruptos, tal argumento parece ser bem plausível dada a conformação tipológica da costa brasileira. Porém, a riqueza de espécies de camarões corruptos em nível intertidal e subtidal, esteja indicando diferentes direções no processo de diversificação de espécies para as três províncias biogeográficas do Brasil, dando suporte a uma hipótese de GLR mais evolutiva do que ecológica. Este e outros aspectos, requerem ser analisados em futuros estudos que considerem a variabilidade genética de cada ambiente (intertidal vs. subtidal), de forma a inferir sobre a direção do processo de diversificação.

**Referências**

Abrunhosa, F.A., Pires, M.A.B., Lima, J. de F., & Coelho-Filho, P.A. 2005. Larval development of *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 (Decapoda: Thalassinidea) from the Amazon region, reared in the laboratory. Acta Amazonica, 35, 77–84.

Anker, A. & Pachelle, P.P.G. 2013. *Ctenocheloides almeidai* sp. nov., a new ghost shrimp from Brazil (Decapoda, Ctenochelidae). Zootaxa, 3613, 482–492.

Astorga, A., Fernández, M., Boschi, E.E. & Lagos, N. 2003. Two oceans, two taxa and one mode of development: latitudinal diversity patterns of South American crabs and test for possible causal processes. Ecology Letters, 6, 420–427.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Atkinson, R.J.A. & Taylor, A.C. 2004. Aspects of the biology and ecophysiology of thalassinidean shrimps in relation to their burrow environment. In: Tamaki, A. (ed.). Proceedings of the International Symposium on the ecology of large bioturbators in tidal flats and shallow sublitoral sediments — from individual behavior to their role as ecosystem engineers. Nagasaki: Nagasaki University, Japan: 45–52pp.

Botter-Carvalho, M.L., Carvalho, P.V.V.C. & Santos, P.J. 2012. New records confirming the occurrence of the ghost shrimps *Biffarius biformis* (Biffar, 1970) and *B. fragilis* (Biffar, 1971) (Decapoda, Callianassidae) in Brazil and the southwestern Atlantic. Biota Neotropica, 12, 88–93.

Botter-Carvalho, M.L., Santos, P.J.P. dos & Carvalho, P.V.V. da C. 2002. Spatial distribution of *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Callianassidae) on a sandy beach, Piedade, Pernambuco, Brazil. Nauplius, 10, 97–109.

Brown, J. H. 1999. The legacy of Robert MacArthur: from geographical ecology to macroecology. Journal of Mammalogy, 80, 333–344.

Brown, J. H. & Lomolino, M. V. 1998. Biogeography. 2nd ed. – Sinauer.

Brown, J.H. & Kodric-Brown, A. 1977. Turnover rates in insular biogeography: effect of immigration on extinction. Ecology, 58, 445–449.

Clarke, A. & Crame, J.A. 1997. Diversity, latitude and time: patterns in the shallow sea. In: Marine Diversity: Patterns and Processes Ormond, R.F.G., Gage, J.D. & Angel, M.V. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 122–145.

Coelho, P.A. 1973. Descrição preliminar de *Calastacus angulatus*, n. sp., e de *C. spinosus*, n. sp., do norte do Brasil (Crustacea, Decapoda, Callianassidae). Ciência e Cultura, 25, 344–345.

Coelho, P.A. 1987. Uma espécie nova de *Meticonaxius* do Brasil (Crustacea, Decapoda, Callianideidae). Revista Brasileira de Zoologia, 4, 63–69.

Coelho, P.A. 1997. Revisão das espécies de Thalassinidea encontradas em Pernambuco, Brasil (Crustacea, Decapoda). Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, 25, 137–161.

Coelho, P.A. & Ramos-Porto, M. 1972. A constituição e a distribuição da fauna de decápodos do litoral leste de América do sul entre as latitudes de 5° N e 39° S. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, 13, 133–236.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Coelho, P.A. & Ramos-Porto, M. 1986. Sinopse dos crustáceos decápodos brasileiros (famílias Callianassidae, Callianideidae, Upogebiidae, Parapaguridae, Paguridae, Diogenidae). Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, 19, 27–53.

Coelho, P.A. & Rattacaso, M.C.A. 1988. Revisão das espécies de *Upogebia* encontradas em Pernambuco, Brasil (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). Revista Brasileira de Zoologia, 5, 381–392.

Ekau, W. & Knoppers, B. 1999. An introduction to the pelagic system of the Northeast and East Brazilian shelf. Archive of Fishery and Marine Research, 47,5–24.

Espinosa-Pérez, M.D. & Hendrickx, M.E. 2006. A comparative analysis of biodiversity and distribution of shallow-water marine isopods (Crustacea : Isopoda) from polar and temperate waters in the East Pacific. Belgian Journal of Zoology, 136, 219–247.

Gallardo, C.S. & Penchaszadeh, P.E. 2001. Hatching mode and latitude in marine gastropods: revisiting Thorson's paradigm in the southern hemisphere. Marine Biology, 138, 547–552.

Heard, R.W., King, R.A., Knott, D.M., Thoma, B.P. & Thornton-DeVictor, S. 2007. A guide to the Thalassinidea (Crustacea: Malacostraca: Decapoda) of the South Atlantic Bight. NOAA Professional Paper NMFS 8, 30 pp.

Hernáez, P. & Vargas, R. 2013. A new species of *Callianidea* H. Milne Edwards, 1837 (Decapoda, Axiidea, Callianideidae) from the Pacific coast of Central America, with key to the genus. Zootaxa, 3681, 147–154.

Hernández, C.E., Moreno, R.A. & Rozbaczylo, N. 2005. Biogeographical patterns and Rapoport's rule in southeastern Pacific benthic polychaetes of the Chilean coast. Ecography, 28, 363–373.

Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. The American Naturalist, 101, 233–249.

Laborel, J. 1970. Leus peuplements de Madreporaires des cotes tropicales du Bresil. Ann. L'Université D'Abidjan Série EII:1–261.

Lancellotti, D.A. & Vásquez, J.A. 2000. Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. Revista Chilena de Historia Natural, 73, 99–129.

Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.K.P. & Testa, V. 2003. Corals and coral reefs of Brazil. In: Cortés, J. (ed.) Latin American Coral Reefs. Elsevier Science B.V, Amsterdam, pp 9–52.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Manning, R. & Felder, D.L. 1991. Revision of the American Callianassidae (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington, 104, 764–792.

Mileikovsky, S.A. 1971. Types of larval development in marine bottom invertebrates, their distribution and ecological significance: a re-evaluation. Marine Biology, 10, 193–213.

Mittelbach, G.G., Schemske, D.W., Cornell, H.V. et al. 2007. Evolution and the latitudinal diversity gradient: speciation, extinction and biogeography. Ecology Letters, 10, 315–331.

Pachelle, P.P.G., Anker, A. & Bezerra, L.E.A. 2017. Re-identification of the material of *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 from Ceará, northeastern Brazil, with the first record of *N. cacahuate* Felder & Manning, 1995 in the southwestern Atlantic. Zootaxa, 4276, 346–356.

Pezzuto, P.R. 1998. Population dynamics of *Sergio mirim* (Rodrigues 1971) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) in Cassino Beach, Southern Brazil. Marine Ecology, 19, 89–109.

Pianka, E.R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. The American Naturalist, 100, 33–46.

Pianka, E.R. 1978. Evolutionary ecology. 2nd ed. - Harper & Row, New York.

Pianka, E.R. 1988. Evolutionary ecology. 4th ed. - Harper & Row, New York.

Rapoport, E. H. 1975. Areograffa: estrategias geográficas de las especies. Fondo de Cultura Económica, Mexico City.

Ricklefs, R.E. 1973. Ecology. - Nelson & Sons, London.

Rivadeneira, M.M., Alballay, A.H., Villafaña, J.A., Raimondi, P.T., Blanchette, C.A. & Fenberg, P.B. 2015. Geographic patterns of diversification and the latitudinal gradient of richness of rocky intertidal gastropods: the 'into the tropical museum' hypothesis. Global Ecology and Biogeography, 24, 1149–1158.

Rivadeneira, M.M., Thiel, M., González, E.R. & Haye, P.A. 2011. An inverse latitudinal gradient of diversity of peracarid crustaceans along the Pacific Coast of South America: out of the deep south. Global Ecology and Biogeography, 20, 437–488.

Rodrigues, S.A. 1966. Estudos sobre *Callianassa*: Sistemática, Biologia e Anatomia. PhD thesis. São Paulo (Brazil): Universidade de São Paulo, 168pp.

Rodrigues, S.A. 1971. Mud shrimps of the genus *Callianassa* Leach from the Brazilian coast (Crustacea, Decapoda). Arquivos de Zoologia, 20, 191–223.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Rodrigues, S.A. 1983. Aspectos da biologia de Thalassinidea do Atlântico tropical americano. Tesis Livre Docente, Universidade de São Paulo, 183 pp.

Rodrigues, S.A. & de Carvalho, H.A. 1972. *Marcusiaxius lemoscatroi*, g. n., sp. n., primeira ocorrência da família Axiidae (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea) no Brasil. Ciência e Cultura, 24, 337–342.

Rodrigues, S.A. & Kensley, B. 1991. *Eutrichocheles pindatyba*, a new axiid shrimp (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) from Brazil. Proceedings of the Biological Society of Washington, 104: 556–560.

Rodrigues, S.A. & Manning, R.B. 1992. Two new callianassid shrimps from Brazil (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington, 105: 324–330.

Rodrigues, S.A. & Shimizu, R.M. 1992. Description of a new *Axianassa* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea) from Brazil, and its first larval stage. Proceedings of the Biological Society of Washington, 105, 317–323.

Rohde, K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. Oikos, 65, 514–527.

Rohde, K. 1999. Latitudinal gradients in species diversity and Rapoport's rule revisited: a review of recent work and what can parasites teach us about the causes of the gradients? Ecography, 22, 593–613.

Rohde, K. & Heap, M. 1996. Latitudinal ranges of teleost fish in the Atlantic and Indo-Pacific Oceans. The American Naturalist, 147:659–665.

Rohde, K., Heap, M. & Heap, D. 1993. Rapoport's rule does not apply to marine Teleosts and cannot explain latitudinal gradients in species richness. The American Naturalist, 142, 1–16.

Roy, K., Jablonski, D., Valentine, J. & Rosenberg, G. 1998. Marine latitudinal diversity gradients: test of causal hypotheses. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 95, 3699–3702.

Rutherford, S., D'Hondt, S. & Prell, W. 1999. Environmental controls on the geographic distribution of zooplankton diversity. Nature, 400, 749–753.

Santelices, B. & Marquet, P.A. 1998. Seaweeds, latitudinal diversity patterns, and Rapoport's rule. Diversity and Distributions, 4,71–75.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Santos, P.S., Soledade, G.O. & Almeida, A.O. 2016. Second finding of the south western Atlantic ghost shrimp *Ctenocheloides almeidai* Anker & Pachelle, 2013 (Crustacea: Axiidea). Nauplius, 24, 1–5.

Smith, K.F. & Brown, J.H. 2002. Patterns of diversity, depth range, and body size among pelagic fishes along a gradient of depth. Global Ecology and Biogeography, 11, 313–322.

Smith, K.F. & Gaines, S.D. 2003. Rapoport's bathymetric rule and the latitudinal species diversity gradient for northeast Pacific fishes and northwest Atlantic gastropods: evidence against a causal link. Journal of Biogeography, 30, 1153–1159.

Souza, J.R.B., Borzone, C.A. & Brey, T. 1998. Population dynamics and secondary production of *Callichirus major* (Crustacea: Thalassinidea) on a southern Brazilian sandy beach. Archives of Fisheries and Marine Research, 46, 151–164.

Spalding, M.D., Fox, H.E., Halpern, B.S., McManus, M.A., Molnar, J., Allen, G.R., Davidson, N., Jorge, Z.A., Lombana, A.L., Lourie, S.A., Martin, K.D., McManus, E., Molnar, J., Recchia, C.A. & Robertson, J. 2007. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. Bioscience, 57, 573–583.

Stevens, G.C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range – how so many species coexist in the tropics. The American Naturalist, 133, 240–256.

Stevens, G.C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. The American Naturalist, 140, 893–911.

Stevens, G. C. 1996. Extending Rapoport's rule to the Pacific marine fishes. Journal of Biogeography, 23, 149–154.

Stramma, L., Ikeda, Y. & Peterson, R.G. 1990. Geostrophic transport in the Brazil Current region north of 20° S. Deep Sea Research, 37, 1875–1886.

Strasser, K.M. & Felder, D.L. 1998. Settlement cues in successive developmental stages of the ghost shrimps *Callichirus major* and *C. islagrande* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Marine Biology, 132, 599–610.

Terborgh, J. 1985. The vertical component of plant species diversity in temperate and tropical forest. The American Naturalist, 126, 760–776.

Thorson, G. 1946. Reproduction and larval development of Danish marine invertebrates, with special reference to the planktonic larvae in the Sound (Øresund). Meddelingen fra Komision Danmarks Fiskeri-og Havundersøgelser, 4, 1–523.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Thorson G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine invertebrates. Biological Review, 25, 1–45.

Valentine, J.W. & Jablonski, D. 1983. Larval adaptations and patterns of Brachiopod diversity in space and time. Evolution, 37, 1052–1061.

Valdovinos, C., Navarrete, S.A. & Marquet, P.A. 2003. Mollusk species diversity in the southeastern Pacific: why are there more species towards the pole? Ecography, 26, 139–144.

Wiens, J.J. & Donoghue, M.J. 2004. Historical biogeography, ecology and species richness. Trends in Ecology and Evolution, 19, 639–644.

Willig, M.R., Kaufman, D.M. & Stevens, R.D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 34, 273–309.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## TERCEIRO CAPITULO

# Variação latitudinal da abundância populacional e história de vida em camarões corruptos intertidais (Axiidea-Gebiidea) ao longo da costa do Brasil

Patricio Hernáez

**Resumo.** Os estudos que atingem toda a extensão geográfica de uma espécie são raros, no entanto, a escassa informação tem providenciado uma serie de modelos que permitem responder a certas questões biogeográficas básicas. No presente estudo foi testada a variação geográfica da abundância populacional e da história de vida (proporção sexual, tamanho máximo corporal, presencia de juvenis) em nove camarões corruptos intertidais ao longo da costa de Brasil (0°-34° S). O analise geográfico das variáveis evidenciou informação representativa para três das nove espécies coletadas, estas últimas representadas em um poucos locais e mostrando um estreito intervalo de distribuição geográfico. Nas três espécies analisadas, a distribuição da densidade se ajustou de forma significativa ao modelo de abundância ao norte em *Callichirus major* e *Lepidophthalmus siriboia*, enquanto que ao modelo de abundância para o sul em *Sergio mirim*. Em *L. siriboia* e *S. mirim*, a proporção sexual mostrou um aumento equatorial significativo, enquanto que em *C. major* mostrou uma ampla plasticidade, registrando valores com predominância de machos e de fêmeas tanto para o extremo norte como para o sul da costa brasileira. Só em *S. mirim*, o tamanho máximo corporal mostrou uma tendência geográfica. Em *C. major* e *S. mirim*, o numero de juvenis aumentou significativamente para os pólos, enquanto que em *L. siriboia* mostrou um padrão de aumento equatorial. Em geral, os resultados foram consistentes com a idéia de que as restrições fisiológicas e ecológicas limitam a forma da distribuição espacial das espécies, ressaltando a importância de incorporar estes aspectos em futuros estudos biogeográficos.

**Palavras-chave:** Macroinvertebrados, Biogeografía, Gradiente Latitudinal, Atlântico Sul Ocidental.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**Abstract. Latitudinal variation of population abundance and life history traits in intertidal burrowing shrimps (Axiidea-Gebiidea) along the coast of Brazil**. Studies that cover the entire range of a species are rare, however, it have provided a series of models allowing answer basic biogeographic questions. Present survey analyzed the geographic variation of population abundance and life history traits (sex ratio, maximum body size, presence of juveniles) in nine intertidal burrowing shrimps along the coast of Brazil (0°-34° S). The analysis showed representative information in three of the nine collected species, these latter represented in few sites and evidencing a narrow geographic range of distribution. The density distribution fit significantly to the ramped north model in *Callichirus major* and *Lepidophthalmus siriboia*, whereas to ramped south model in *Sergio mirim*. Sex ratio showed a significant equatorial increase in *L. siriboia* and *S. mirim*, whereas in *C. major* this parameter evidenced a wide plasticity, registering values skewed toward males and toward females both to north bound as south bound of the Brazilian coast. Maximum body size showed a geographic tendency just in *S. mirim*. Number of juveniles increased significantly poleward in *C. major* and *S. mirim*, whereas the increase was equatorial in *L. siriboia*. Overall, the outcomes were consistent with the idea that physiological and ecological constraints limit the shape of spatial distribution in species, underlying the importance of incorporating these aspects in future biogeographical studies.

**Key Words:** Macroinvertebrates, Biogeography, Latitudinal Gradient, South Western Atlantic.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## Introdução

A sobrevivência de uma espécie está influenciada por uma serie de fatores bióticos e abióticos que determinam sua distribuição a pequena e grande escala (e.g., Andrewartha & Birch 1954; Krebs 1978; Brown 1984; Brown *et al*. 1995; Sagarin & Gaines 2002a). Tais fatores atuam de forma seletiva através do intervalo de distribuição geográfico de uma espécie originando diferentes padrões da abundância populacional o que constitui a pedra angular da biogeografia, macroecologia e conservação (Enquist *et al*. 1995; Gaston 2003, 2009; Sagarin & Gaines 2002b; Sagarin *et al*. 2006; Gaines *et al*. 2009; Fenberg & Rivadeneira 2011). Os estudos que atingem toda a extensão geográfica de uma espécie são raros, no entanto, a escassa informação tem providenciado uma serie de modelos que permitem responder a certas questões biogeográficas básicas. Por exemplo, a abundância de uma espécie ao longo de seu intervalo geográfico é assumida por ser maior no centro do intervalo com declinação para as bordas. Este principio, denominado hipótese do centro da abundância (HCA), é baseada no principio de Brown (Brown 1984). A HCA constitui uma extensão do conceito de nicho de Hutchinson (Hutchinson 1957) e supõe que as condições de vida são ótimas no centro do intervalo, e que a abundância local é um reflexo do sucesso ao nível individual. Pelo contrário, a medida que as condições ambientais mudam ao longo do gradiente latitudinal de uma espécie, os indivíduos se tornam menos adaptados ao seu ambiente, e seu desempenho diminui até que as taxas de crescimento populacional se tornem negativas (Gilman 2006a,b).

Estudos recentes têm tentado vincular a variação nos padrões de abundância geográfica com as características da história de vida das espécies (p. ex., proporção sexual, recrutamento, entre outros), fornecendo uma perspectiva mais integrada sobre a natureza da distribuição de abundância ao longo de uma distribuição específica (Sagarin & Gaines 2002b; Defeo & Cardoso 2002; Gilman 2006b; Rivadeneira *et al*. 2010; Fenberg & Rivadeneira 2011). Em alguns casos, a variação geográfica na abundância tem sido correlacionada com taxas de sobreviencia diferenciais que levam à eliminação de indivíduos de um determinado sexo nas bordas da distribuição (Rivadeneira *et al*. 2010). Tal variação também tem sido associada a fatores dependentes do tamanho que produzem um gradiente latitudinal da abundância (Defeo & Cardoso 2002). Outros estudos têm mostrado que as baixas abundâncias observadas em direção aos limites polares estão associadas à limitação de recrutamento devido à diminuição da capacidade reprodutiva do adulto e/ou à uma redução da



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

sobrevivência da descendencia em relação aos limites geográficos (Zacherl *et al*. 2003; Gilman 2006a,b; Sanford *et al*. 2006).

A costa brasileira oferece um excelente cenário natural com o qual testar algumas das principais questões em biogeografia marinha, devido a sua grande extensão latitudinal (4°N até 34°S) que abrange aproximadamente 7400 km de costa. Alem disso, uma série de processos oceanográficos constituem verdadeiras barreiras para a dispersão dos organismos. Por exemplo, na região nordeste, a Corrente Sul Equatorial, alcança a plataforma continental entre as latitudes 11 e 15°S, rumando ao norte como a Corrente Norte do Brasil e para o sul como a Corrente do Brasil (Stramma *et al*. 1990). Já em Cabo Frio (23 ° S), a costa encontra-se sob influência do fenômeno oceanográfico da ressurgência (mais comum entre primavera e verão), que é caracterizado pela substituição de águas costeiras quentes por águas com baixas temperaturas (≤ 18°C) e ricas em nutrientes provenientes da região central do Atlântico Sul (Mascarenhas *et al*. 1971). Este evento oceanográfico é atribuída a dois fatores principais: o predomínio de ventos de direção nordeste e a quebra abrupta do sentido de orientação da plataforma continental (de norte-sul para leste-oeste), que favorece a ascenção de águas mais profundas e separa a Província Biogeográfica de clima temperado da Província do Atlântico Sudoeste Tropical (Sullivan & Bustamante, 1999). Outras aspectos que constituem barreiras para o fluxo das águas quentes da Corrente de Brasil e alias para a dispersão dos organismos são a presencia de sistemas de bancos e montes submarinos (e.g., Banco de Royal Charlotte, Banco de Abrolhos, Cadeia de Montes Submarinos Vitória-Trindade) e grandes extensões de recifes de coral na região nordeste (Laborel 1970; Leão *et al*. 2003).

Aqui foram usados nove espécies de camarões corruptos (Axiidea-Gebiidea), os quais tem uma ampla distribuição > 15 graus latitudinais ao longo do Atlântico sul ocidental. Os organismos intertidais são organismos modelo para estudos empíricos de processos biogeográficos devido às suas distribuições geográficas quase lineares (Sagarin & Gaines 2002a). Alem disso, o limite de distribuição geográfica (sul ou norte) em muitos camarões corruptos do Atlântico sul ocidental inicia ou termina dentro da costa de Brasil (vide capitulo 1), o qual facilita a busca de novos antecedentes para respaldar o rejeitar uma série de hipóteses de conteúdo biogeográfico (Hipótese Centro de Abundância: Brown 1984; Efeito para as bordas: Gilman 2006a,b).

No presente estudo foram testadas estas idéias analisando a variação geográfica da abundância e características da historia de vida (tamanho máximo, proporção sexual,



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

potencial reprodutivo e presencia de recrutas) de camarões corruptos intertidais ao longo da costa de Brasil (0°-34° S). Se assumiu que a variação geográfica da abundância seguiu o modelo esperado para HCA, e que o padrão geográfico nas características da história de vida destas espécies diminui para as bordas. Adicionalmente se caracterizou o estilo de vida e o habitat com base na informação ambiental obtida ao longo do intervalo de distribuição geográfica de cada espécie.

## Materiais e Métodos

### *Área de estudo*

Os camarões corruptos foram coletados em sucessivas expedições latitudinais ocorridas de junho/2016 a julho/2017, ao longo da costa brasileira (Fig. 1). Os locais de coleta (N=50) estiveram distribuídos desde a Praia do Crispim, Estado do Pará (00°34'58"S, 47°39'03"O) até a Praia Cassino, Estado do Rio Grande do Sul (32°12'08"S, 52°10'16"O), selecionadas a partir dos registros disponíveis na literatura (vide Rodrigues 1971; Rodrigues & de Carvalho 1972; Coelho 1973; Rodrigues 1983; Coelho & Ramos-Porto 1986; Rodrigues & Manning 1992; Coelho 1997; Coelho & Rattacaso 1998; Pezzuto 1998; Souza *et al*. 1998; Botter-Carvalho *et al*. 2002) e em respeito às capacidades logísticas disponíveis ao desenvolvimento do presente estudo. Normalmente os camarões corruptos constroem suas galerias nos sedimentos de praias arenosas, assim como de estuários, marismas e manguezais (Manning & Felder 1991; Atkinson & Taylor 2004; Heard *et al*. 2007), embora alguns Callianideidae possam ser encontrados sob rochas (Hernáez & Vargas 2013). Consequentemente, para uma melhor representação da diversidade deste grupo no litoral brasileiro, as coletas foram focadas em quase todos estes ambientes, exceto nas áreas internas dos manguezais, que não foram consideradas no presente estudo. Adicionalmente, em cada local de coleta foi registrada '*in situ*' a temperatura superficial da água do mar na galeria (± 0.1ºC), bem como a salinidade (UPS) e o oxigênio dissolvido na água do mar (mg/L), com o uso de um condutivímetro (SevenGo Pro Mettler-Toledo) e um oxímetro (YSI 550A), respectivamente. A posição geográfica de cada local foi registrada com GPS (Garmin® eTrex 10).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**Figura 1.** Área de estudo mostrando os locais de coleta positivos (círculos verdes) e negativos (círculos brancos) para camarões-fantasma (Callianassidae) e lagostas-de-lama (Axianassidae, Upogebiidae) capturados ao longo do litoral de Brasil.

### *Estimativa da densidade e coleta de material biológico*

A densidade de cada espécie foi estimada pela contagem do número de galerias, devido à expressiva correlação deste método com a estimativa da abundância populacional em camarões corruptos (vide Rotherdam & West 2003; Butler & Bird 2007). Para isto, em cada local de coleta foram estabelecidos três transecções paralelas à linha de costa (TR), durante a maré baixa, compreendendo uma área de 100 x 40 m (400 m2), similar ao empregado no estudo da densidade dos camarões corruptos realizado por Botter-Carvalho *et al.* (2002). Primeiramente foi marcada a posição da linha de deixa, por observação da deposição de algas e outros materiais (biológicos ou não), o mesmo sendo feito para a linha d'água, intervalo que compreende a zona intertidal (ou estirâncio). Esta zona praial foi dividida, equitativamente, em três faixas para o estabelecimento das transecções conforme segue: estirâncio superior ($TR_1$), mais distante da linha d'água; estirâncio médio ($TR_2$), entre o TR1 e a linha d'agua; e estirâncio inferior ($TR_3$), mais próximo à linha d'água. Em seguida, ao longo de cada transecção, 50 parcelas contíguas de 1 $m^2$ foram empregadas para a contagem das galerias e obtenção da densidade nestes ambientes. Por último, a densidade foi estimada como a média



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

obtida em cada transecção nas diferentes zonas do estirâncio, além de uma média de densidade geral, estimada pelos dados obtidos para todo o estirâncio.

A coleta dos camarões corruptos foi feita a partir das transecções instaladas em cada local e descritas anteriormente. Os camarões foram removidos do interior de suas galerias com uma bomba de sução manual, do tipo 'yabbie' (100 cm comprimento x 5,5 cm diâmetro). Este dispositivo de succção é muito eficiente na coleta de tais organismos que vivem em galerias (vide Rodrigues, 1966). Em seguida, o conteúdo do sedimento foi cuidadosamente peneirado (malha 2 mm) e examinado a procura de camarões corruptos. Como padronização, cada toca foi bombeada apenas cinco vezes, pois logo após o sedimento ao redor das galerias se colapsa, eliminando o risco da amostragem de uma mesma galeria (unidade amostral) mais de uma vez. Em seguida, cada camarão amostrado foi cuidadosamente individualizado em saco plástico, sendo devidamente etiquetado e, em seguida, conservado em etanol 80-90%, para posterior exame laboratorial. O material coletado no presente estudo foi depositado na Coleção Científica do Grupo de Pesquisas em Biologia de Crustáceos (CRUSTA), da UNESP IB/CLP, bem como no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MUZUSP).

***Analise do material coletado***

Todos os espécimes foram identificados ao nível de espécie e sexados conforme à morfología do primeiro e segundo par de pleópodos, assim como pela posição dos gonóporos (vide Hernáez & Wehrtmann 2007; Hernáez *et al*. 2012; Hernáez 2018). também, os indivíduos foram classificados como juvenis ou adultos baseado na presencia/ausência de um primeiro par de pereópodos extremamente assimétricos, o qual começa ser mais longo e robusto nos machos adultos porém não nas fêmeas (em algumas espécies) e juvenis de ambos os sexos, e pela presencia de ovários coloridos nas fêmeas adultas (ovários laranja ou vermelho obscuro, dependendo do estagio do desenvolvimento - Hernáez *et al*. 2012; Hernáez *et al*. 2018). Neste estudo, o tamanho dos espécimes é expresso como o comprimento do cefalotórax (CC, desde a margem pós-orbital até a margem posterior do cefalotórax), também medido sob um estereomicroscopio (Zeiss® Stemi® SV-6) acoplado a um sistema de análise de imagens (AxioVision).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

***Variação geográfica da abundância e historia de vida***

As informações obtidas foram usadas para estimar as seguintes variáveis: (1) abundância, (2) proporção sexual, (3) tamanho máximo corporal, e (4) presencia de juvenis. A abundância foi estimada como a densidade expressada como galerias $m^{-2}$ , e estimada como o valor da média dos dados de contagem obtidos para o estirâncio inferior ($TR_3$), dada a predominancia de galerias nesta faixa do intertidal. A proporção sexual foi calculada como o numero de machos dividido pelo numero total de indivíduos capturados. O valor obtido foi comparado com o valor esperado (1:1), utilizando um teste binomial (Wilson & Hardy 2002). O tamanho máximo do corpo (CC) foi estimado como o $95^{avo}$ percentile da distribuição de freqüência, dado que esta medida é muito menos inclinada para o erro comparado com o indivíduo mais grande capturado. Finalmente, a presencia de juvenis (indivíduos sexualmente imaturos) foi utilizada como uma aproximação para o recrutamento conforme à metodologia proposta em outros estudos (Zacherl *et al*. 2003; Gilman 2006b) e à classificação para juvenis e adultos descrita no parágrafo anterior.

A continuação, foi analisada a tendência a grande escala da variação de cada uma destas variáveis (i.e., densidade geral, proporção sexual, tamanho máximo corporal, presencia de juvenis). Devido a esta escala envolveu o limite de distribuição geográfica (sul ou norte) de muitas das espécies analisadas (vide Tabela 1), as tendências foram consideradas como representativas da distribuição geográfica total de cada espécie. Para facilitar as comparações interespecificas, foi testado se as variáveis anteriores variaram ao longo da posição relativa de cada local em relação ao intervalo de distribuição latitudinal total. Isto foi conduzido para cada espécie, quando houve a informação latitudinal necessária, usando a expressão proposta por Enquist *et al*. (1995) e Sagarin & Gaines (2002b): RI=2(L–S)/R, onde RI é o índice do intervalo ou posição relativa de cada localidade ao longo do intervalo (varia entre -1 para o extremo norte; 0 para a área central do intervalo; e +1 para o extremo sul); L corresponde à localização de cada localidade (em graus de latitude); S é o ponto latitudinal médio do intervalo geográfico de cada espécie; e R corresponde ao intervalo latitudinal (em graus de latitude). O limite esperado na densidade de cada espécie foi definido por uma das quatro curvas de restrição descritos por Sagarin & Gaines (2002b) onde se inclui, entre outros, hipotese de centro de abundância também chamado modelo de distribuição da abundância normal (vide Fig. 2A-D). Para cada local, o valor de restrição ($=D_{max}$), foi estabelecido a partir da equação para a função de restrição. Para espaços lineares de restrição (p. ex., Fig.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

2B-D), isso é simplesmente a equação linear: $D_{max}= mx + b$, onde *m* é a inclinação da curva, x a posição do local no intervalo (RI) e b o valor máximo esperado para a densidade ao centro do intervalo. No caso do modelo de distribuição normal da densidade (Fig. 2A), se assume que o valor máximo 1 está localizado no centro do intervalo (x=0) e que 99.9% de todos os indivíduos ocorrem entre $-1 \leq RI \geq 1$. Em cada espécie, um local foi considerado fora do espaço de restrição se a densidade observada ultrapassou o $D_{max}(x)$ para a localização no intervalo (RI) do local. Para cada espécie, foi calculada a soma dos desvios quadrados (SS) para os locais que excederam o limite da restrição para assim avaliar o ajuste dos dados observados ao espaço de restrição. Para obter uma estimativa da probabilidade do valor de SS, foram aleatorizados os valores observados de densidade e RI para criar uma serie de repetiçoes aleatórias da distribuição da densidade de cada espécie. Logo se considerou significativo se mais do 95% dos valores recalculados tiveram uam SS maior que os dados originais (vide Enquist *et al*. 1995).

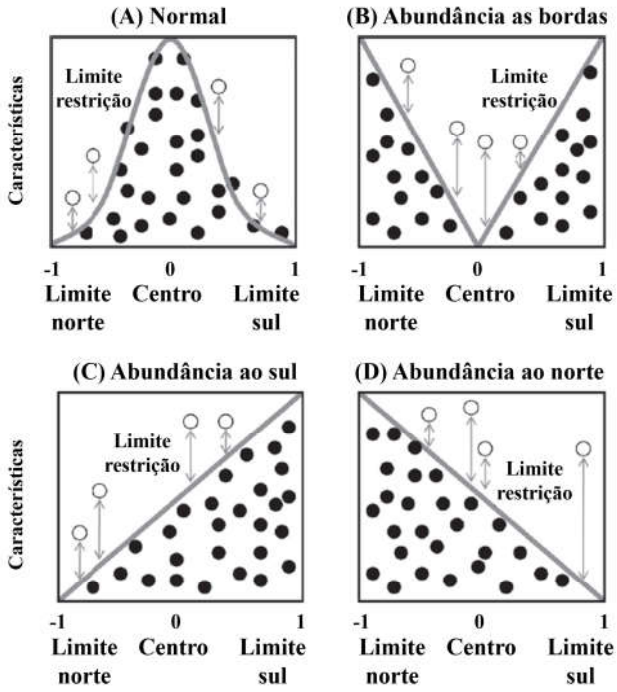


**Figura 2.** Quatro modelos hipotéticos que descrevem a distribuição da abundância ao longo do intervalo de distribuição geográfica em espécies amplamente distribuídas (modificado de Sagarin & Gaines, 2002a): (a) normal ou hipótese de centro de abundância; (b) abundância nas bordas (norte e sul); (c) abundância ao sul; e (d) abundância ao norte. O ajuste de cada modelo aos dados empíricos será avaliado pela estimativa da soma dos quadrados dos desvios (SS), indicado pelas setas, para as localidades que excederam o limite de restrição (pontos abertos).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

***Estilo de vida e delimitação do habitat a partir da abundância relativa***

O estilo de vida de cada espécie foi avaliada pela contagem do número de camarões por galeria. Esta informação permitiu classificar a cada espécie como solitária, em par ou em agregações de mais de dois indivíduos. O habitat de cada espécie foi estimado a partir dos parâmetros ambientas (temperatura superficial da água do mar, salinidade) medidos em cada local de coleta. A abundância relativa foi estimada como o número de indivíduos por cada local em relação ao número total coletado ao longo da área de estudo. Assim a delimitação do habitat foi estabelecida plotando o intervalo de tolerância de cada espécie para cada parâmetro ambiental contra a abundância relativa.

## Resultados

Um total de 1177 espécimes (média = 21 indivíduos por local) distribuídos em nove espécies de camarões corruptos foram coletados durante o período de estudo. Em geral, as fêmeas foram mais abundantes que os machos em cada uma das espécies analisadas, sendo o tamanho delas usualmente maior que o alcançado pelos machos (Tabela 1). Um resumo da informação obtida para cada espécie é providenciado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resumo das principais características ecológicas e distribuição geográfica das nove espécies de camarões corruptos coletados durante o período de estudo. A ausência e a existência de diferencias significativas para o teste 't' (α=0.05) são representadas pelas letras 'ns' e o asterisco (*), respectivamente.

| Táxon | Total indivíduos coletados | Proporção sexual (M:F) | Tamanho médio por sexo (M,F) | Limites geográficos (°) | Referência limites geográfico |
|---|---|---|---|---|---|
| **Infraordem Axiidea de Saint Laurent, 1979** | | | | | |
| **Família Callianassidae Dana, 1852** | | | | | |
| *Biffarius delicatulus* Rodrigues & Manning 1992 | 6 | 4:2 | 4.7, 4.5$^{ns}$ | 2 - 23 S | 1,2 |
| *Callichirus major* (Say, 1818) | 877 | 367:467 (0.44) | 12.3,13.7$^{*}$ | 34 N - 27 S | 2-7 |
| *Lepidophthalmus siriboia* Felder & Rodrigues, 1993 | 113 | 42:67 (0.385) | 8.5, 8.7$^{ns}$ | 0 - 18 S | 2, 8 |
| *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 | 45 | 18:27 (0.4) | 9.8, 11.8$^{*}$ | 27 N - 7 S | 2, 9-13 |
| *Neocallichirus nickellae* Manning, 1993 | 13 | 6:7 (0.462) | 11.5, 14.3$^{ns}$ | 11 N - 14 S | 2,14 |
| *Sergio guara* (Rodrigues, 1971) | 10 | 7:3 (0.7) | 12.8, 15.0$^{ns}$ | 1 N - 23 S | 2, 15-17 |
| *Sergio mirim* (Rodrigues, 1971) | 62 | 19:43 (0.306) | 22.1, 30.5$^{*}$ | 17 - 39 S | 2,15,18 |
| **Infraordem Gebiidea de Saint Laurent, 1979** | | | | | |
| **Família Axianassidae Schmitt, 1924** | | | | | |
| *Axianassa australis* Rodrigues & Shimizu, 1992 | 40 | 12:28 (0.3) | 9.1, 8.5$^{ns}$ | 28 N - 23 S | 2,13,19 |
| **Família Upogebiidae Borradaile, 1903** | | | | | |
| *Upogebia omissa* Gomes Corrêa, 1968 | 11 | 6:5 (0.545) | 8.8, 11.9$^{ns}$ | 27 N- 27 S | 2,20 |

Referências:1, Rodrigues & Manning (1992); 2, estudo atual; 3, Hay & Shore (1918); 4, Felder (1973); 5, Rodrigues 1983; 6, Williams (1984); 7, Melo (1999); 8, Felder & Rodrigues (1993); 9, Biffar (1971); 10, Manning & Heard (1986); 11, Botter-Carvalho *et al*. (1995); 12, Sakai (2005); 13, Pachelle *et al*. (2016); 14, Manning (1993); 15, Rodrigues (1971); 16, Coelho (1997); 17, Pachelle *et al*. (2017); 18, Sakai 2011; 19, Rosa & Almeida (2012); 20, Sakai (2006).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

### *Variação latitudinal da abundância*

A variação geográfica da abundância foi analisada em três das nove espécies coletadas, devido a que nas espécies restantes, não houve uma adequada representatividade ao longo da área de estudo. Várias das espécies estiveram representadas em um só local (e.g., *N. nickellae*, *S. guara*, *U. omissa*), ou em dois ou três locais (e.g., *A. australis*, *B. delicatulus*, *N. maryae*), porém mostrando um estreito intervalo de distribuição geográfico. Nas três espécies analisadas, as parcelas individuais da densidade latitudinal mostraram uma alta variabilidade entre um sitio e outro a grande e pequena escala, refletindo uma alta heterogeneidade ambiental e dificultando a identificação de um modelo (Fig. 3). Em *C. major*, por exemplo, entre São Paulo e Santa Catarina (23°-27° S), a densidade mostrou valores altamente variáveis de entre 1 e 7.5 galerias/m$^2$. Apesar disso, entre os quatro modelos testados, a distribuição da densidade se ajustou de forma significativa ao modelo de abundância para o norte em *C. major* e *L. siriboia*, enquanto que ao modelo de abundância ao sul em *S. mirim* (Fig. 3).

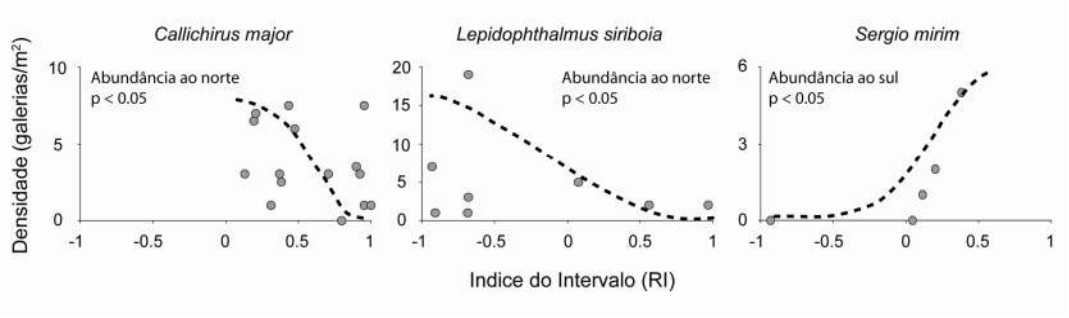


**Figura 3.** Distribuição da densidade (galerias/m$^2$) em três espécies de camarões corruptos. A linha tracejada representa o modelo melhor ajustado conforme ao teste de bondade de ajuste.

### *Variação latitudinal da proporção sexual, tamanho corporal, e juvenis*

Em dois das três espécies analisadas, a proporção sexual mostrou um aumento equatorial significativo evidenciando uma tendência de predomínio das fêmeas sobre os machos em direção norte. Em *C. major* a proporção sexual não se ajustou para nenhum dos modelos, no entanto, mostrou uma ampla plasticidade, registrando-se valores com predominância de machos e de fêmeas tanto para o extremo norte como para o sul da costa brasileira. Em geral o tamanho máximo corporal não mostrou uma tendência geográfica. Em *C. major,* por exemplo, o tamanho corporal evidenciou uma ampla variabilidade fenotípica na região sul de Brasil com valores de entre 12 e 20 mm de comprimento do cefalotórax. Em *S. mirim*, o tamanho do



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

corpo aumentou significativamente com o incremento latitudinal. A presencia de juvenis estive significativamente ajustada para um modelo nas três espécies analisadas. Em *C. major* e *S. mirim*, o numero de juvenis aumentou para os pólos, enquanto que em *L. siriboia* mostrou um padrão de aumento equatorial. A variação latitudinal destes parâmetros biológicos é mostrada em detalhe na Figura 4.

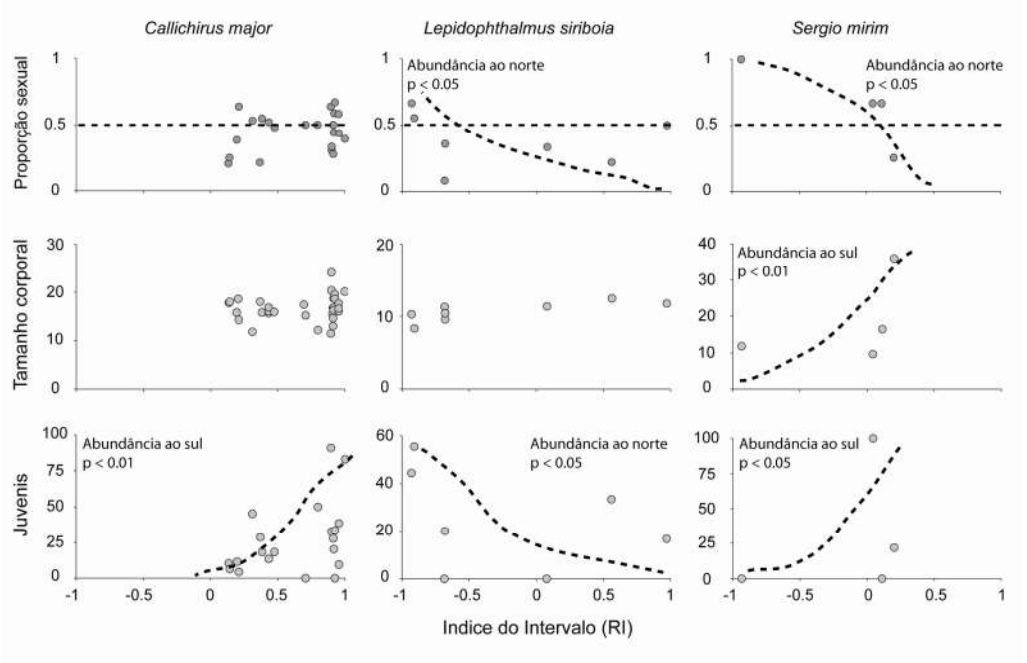


**Figura 4.** Variação a grande escala da proporção sexual (M/M+F), tamanho máximo corporal (CC, mm) e número de juvenis (%) em três espécies de camarões corruptos intertidais do Atlântico sul ocidental. A linha tracejada representa o modelo melhor ajustado conforme ao teste de bondade de ajuste.

### *Estilo de vida, habitat versus abundância relativa*

Com exceção de *A. australis* e *U. omissa*, que foram encontrados habitando galerias em pares heterosexuais, a maioria dos camarões corruptos foram encontrados de forma solitária dentro de suas galerias. A abundância relativa em relação aos parâmetros ambientais permitiu delimitar o habitat de cada espécie. *Callichirus major* e *S. mirim* se caracterizaram por ser espécies euritermas, apresentando um coeficiente de variação (CV) de 19 e 38%, respectivamente, com amplo intervalo de tolerância termal (Fig. 5A). As restantes espécies foram caracterizadas como estenotermas (0,71<CV<1,81%), devido a uma estreita tolerância termal (vide Figura 5A). Em relação à salinidade, *L. siriboia* se caracterizou como uma espécie que tolerou uma ampla flutuação da salinidade, podendo ser encontrada tanto em estuários (salinidade < 10 ups) como em ambientes puramente marinhos (salinidade > 40 ups)



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

(Fig. 5B). A maior parte das espécies restantes apresentaram intervalos mais restritos de tolerância à salinidade (Fig. 5B), variando de 0,27 a 11%, sendo representadas de forma decrescente entre espécies eurihalinas → espécies estenohalinas, conforme segue: *C. major* > *S. mirim* > *N. nickellae* > (*U. omissa* = *A. australis*) > *N. maryae* > *B. delicatulus* = *S. guara*. *Callichirus major* mostrou uma ampla tolerância aos diferentes níveis de concentração de oxigênio dissolvido na água de mar (CV= 26%), seguido por *L. siriboia* e *S. mirim* (CV de 18 e 9%, respectivamente), cuja capacidade para tolerar oscilações neste parâmetro foi menor (Fig. 5 C). As curvas de tolerância das demais espécies são mostradas na Figura 5C.

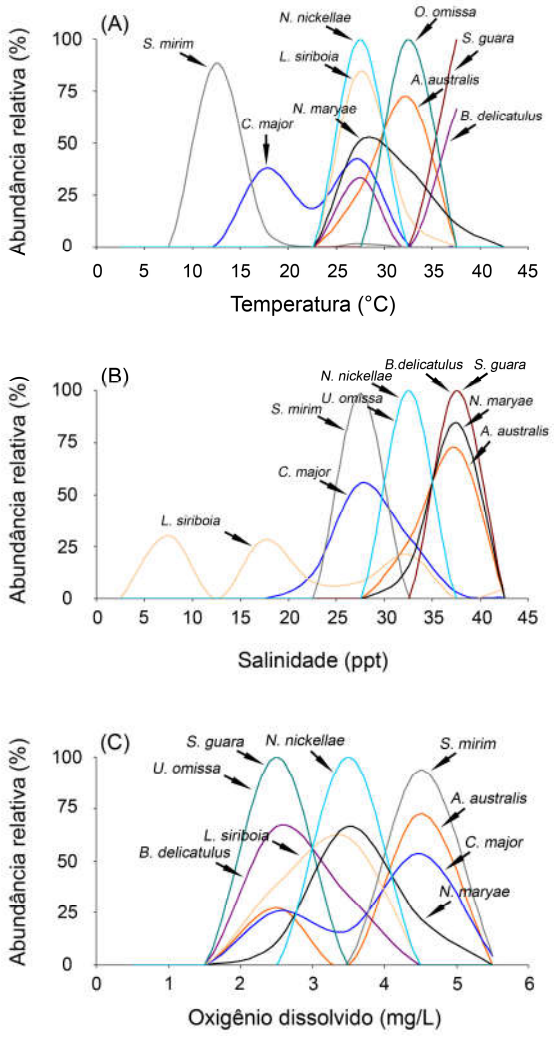


**Figura 5.** Distribuição da abundância por espécie em relação às variáveis abióticas temperatura (A), salinidade (B) e oxigênio dissolvido (C) na água superficial dos locais de amostragem, ao longo do litoral brasileiro, associados aos locais de captura de cada uma das nove espécies de camarões corruptos intermareais (Axiidea-Gebiidea). Os valores de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido foram obtidos diretamente em cada local onde cada espécie foi amostrada.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**Discussão**

Em geral, os resultados deste estudo foram consistentes com a idéia de que as restrições fisiológicas e ecológicas limitam a forma da distribuição espacial e a extensão geográfica das espécies (Brown 1984; Gilman 2005). As espécies que apresentaram uma distribuição geográfica superior a 10° latitudinais foram três: *C. major*>>*L. siriboia*>>*S. mirim*, e sua distribuição esteve relacionado com amplos intervalos de tolerância aos diferentes parâmetros ambientais medidos durante o programa de coletas. Isso parece lógico, considerando que o habitat foi determinado a partir dos parâmetros ambientais tomados *in situ*, i.e., uma espécie distribuída numa extensa área geográfica ia ter logicamente um amplo intervalo de tolerância à oscilação da temperatura, salinidade e o oxigênio dissolvido. No entanto, os resultados confirmaram uma impressionante plasticidade intra e interespecífica da abundância populacional e das características da história de vida que respaldam a hipótese de que as restrições fisiológicas limitam a distribuição espacial das espécies.

Embora a HCA tenha sido considerada mais uma exceção que uma regra (Sagarin & Gaines 2002a,b, 2006; Gaston 2003; Sagarin *et al*. 2006), os resultados do presente estudo fornecem uma evidencia empírica indireta que o padrão não é pouco comum em organismos marinhos (vide também Enquist *et al*. 1995; Fiori & Defeo 2006; Fenberg 2008, Rivadeneira *et al*. 2010). Considerando que das três espécies analisadas, só em *L. siriboia* foi estudado o intervalo total de distribuição geográfica, os resultados obtidos nesta espécie rejeitaram a HCA. No entanto, em *C. major* e *S. mirim*, o intervalo geográfico estudado correspondeu à distribuição sul e norte, respectivamente, de cada espécie (vide Tabela 1). Baseado nisso, a variação geográfica da densidade ofereceu indiretamente um suporte à HCA, dado que a densidade tendeu a aumentar para o centro de distribuição geográfico de cada espécie, com uma significativa diminuição para uma das bordas. No entanto, se deve considerar que para um estreito intervalo geográfico os resultados mostraram uma alta variabilidade no valor da densidade. Segundo Sagarin & Gaines (2002b), isto pode ser o resultado das diferencias adaptativas a nível individual em resposta às condições ambientais e ecológicas de cada local. Em favor deste último argumento, *C. major* e *L. siriboia* mostraram uma ampla tolerância à oscilação dos parâmetros ambientas e porém um maior aptidão adaptativa que outras das espécies estudadas. Também, o assentamento larval em camarões corruptos e, consequentemente, o valor que alcança a densidade de uma população dada, é determinado pela presença de agregações de adultos, que proporcionam sinais químicos favorecendo o



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

assentamento de novos indivíduos (vide Strasser & Felder 1998). Segundas observações sobre presencia/ausência de espécies, estas sinais químicas deveriam ser espécie-específicas já que quase nunca se encontrou um local habitado por mais de uma espécie de camarão corrupto. Sendo assim, a variação da proporção de adultos em um intervalo geográfico dado, pode gerar diferencias na taxa de assentamento larval e potencialmente uma alta variabilidade da densidade das galerias para um estreito intervalo geográfico. Outros fatores físicos (e.g., temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido) e ecológicos (e.g., disponibilidade de habitat, competência interespecífica), devem ser considerados como modeladores da densidade populacional nestas espécies, e porém, da forma que a abundância populacional adota ao longo do intervalo de distribuição geográfico de uma espécie.

Os resultados mostraram que quase nenhuma das características da história de vida das espécies analisadas deu apoio à HCA. Apenas o tamanho máximo corporal se ajustou ao paradigma central desta hipótese, i.e., condições de vida ótimas no centro do intervalo, mostrando uma tendência de incremento do tamanho corporal em direção ao centro hipotético de distribuição geográfica desta espécie. No entanto, em geral as características de vida mostraram uma tendência inversa, i.e., de aumento para as bordas. Em *L. siriboia* e *Sergio mirim*, o padrão da proporção sexual evidenciou uma tendência de dominância dos machos nos locais dos extremos da distribuição. Usualmente, as espécies de camarões corruptos exibem uma proporção sexual inclinada para as fêmeas (*Callichirus garthi*: Hernáez & Wehrtmann 2007; *Callichirus major*: Botter-Carvalho *et al*. 2007; *Lepidophthalmus louisianensis*: Felder & Lovett 1989; *Lepidophthalmus sinuensis*: Nates & Felder 1999; *Sergio mirim*: Pezzuto 1998; *Trypaea australiensis*: Butler *et al*. 2009) o qual é explicado pela existência de uma taxa de mortalidade diferencial para cada sexo tanto na fase larval como durante a fase adulta (Charnov *et al*. 1981). No caso particular dos dados obtidos no presente estudo, a predominância de machos para as bordas da distribuição de *L. siriboia* e *S. mirim* sugere que os indivíduos deste sexo possuem uma aptidão adaptativa maior que a de as fêmeas conseguindo sobreviver às condições extremas das bordas.

Em favor desta linha de raciocínio, a presencia de juvenis de ambos os sexos na borda da distribuição de *L. siriboia* é conseqüência de um intenso recrutamento de larvas de machos e fêmeas nesta área, o qual reforça a idéia de uma taxa de mortalidade diferencial para cada sexo durante a fase adulta que provoca a predominância de machos nos extremos da distribuição (vide Charnov *et al*. 1981). Em *S. mirim*, o padrão latitudinal da porcentagem de



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

juvenis sugere que a pressão seletiva do ambiente opera principalmente sobre as larvas, provocando uma diminuição na taxa de assentamento para as bordas. Enquanto que em *C. major*, a pressão seletiva parece ser mais intensa no centro da distribuição que para a borda sul onde o assentamento larval desta espécie foi mais intenso, embora altamente variável. Uma explicação alternativa ou talvez complementaria tem relação ao padrão oceanográfico da costa do Brasil (Stramma *et al*. 1990), que com suas duas correntes, a Corrente Norte do Brasil e a Corrente do Brasil, favorecem o transporte de larvas em direção norte e sul, respectivamente. Isto pode provocar diferentes padrões latitudinais dos juvenis, conforme às capacidades de dispersão e as aptidões adaptativas das larvas de cada espécie (vide Abrunhosa *et al*. 2005). Considerando que o limite sul e norte, respectivamente, da distribuição de *C. major* (27° S) e *Sergio mirim* (17° S) (vide Tabela 1), encontram-se influenciados pela Corrente do Brasil, a direção da corrente (norte→sul) favorece o recrutamento larval para a borda sul na primeira espécie, enquanto que para o centro na segunda espécie. Isto sugere que o limite sul da distribuição de *C. major*, e alias uma extensão de sua distribuição, está restrito a uma incapacidade das larvas de superar as condições ambientais adversas e não à aptidão adaptativa dos adultos. Isso dado que para as bordas existe uma proporção sexual equilibrada o que garante o potencial reprodutivo de qualquer população. Além disso, o ambiente ao sul de Santa Catarina, oferece uma alta disponibilidade de habitat adequado para o estabelecimento de *C. major*, incluindo a falta de competidores no nível em que esta espécie é comumente encontrada na zona intertidal. O mesmo principio mecanicista pode explicar a ausência de *S. mirim* ao norte do Estado de Bahia e a ausência de amplos intervalos de distribuição latitudinal na maior parte das espécies analisadas no presente estudo. Estudos experimentais são necessários para testar se os sexos experimentam taxas de sobrevivência larval e postlarval diferenciais ao longo do intervalo de distribuição latitudinal de cada espécie.

O estilo de vida solitário observado na maior parte das espécies analisadas esteve de acordo com o padrão reportado usualmente dentro de Axiidea e Gebiidea camarões corruptos (e.g., *C. seilacheri*: Hernáez & João 2018; *Nihonotrypaea harmandi*: Somiya & Tamaki 2017; para uma completa revisão vide Dworschak *et al*. 2012). Poucas exceções, como *Neaxius vivesi* (Berrill 1975) e *Axiopsis serratifrons* (Dworschak & Ott 1993), tem sido reportadas vivendo em pares dentro de suas galerias. O presente estudo aporta duas espécies mais a este breve listado (vide Tabela 1). Sem dúvida que os gastos energéticos de uma vida dentro de



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

uma galeria são economizados quando se vive em pares, já que ambos os indivíduos contribuem com a manutenção da galeria, além de providenciar um companheiro sexual no caso de uma vida em pares heterossexuais. No entanto, a vida em pares parece ter um alto custo em termos da dispersão geográfica dado que nenhuma das espécies encontradas vivendo como casais heterossexuais mostraram uma ampla distribuição geográfica. Não existe informação na literatura que respalde a idéia de uma sincronia do assentamento larval nas espécies de camarões corruptos que formam casais heterossexuais. Isto poderia ser crucial para a conquista de novos territórios durante o processo de dispersão larval, especialmente em áreas onde as condições ambientas são limitantes para o estabelecimento populacional. Este é um interessante aspecto que deve ser abordado em futuros estudos biogeográficos sobre camarões corruptos.

**Referências**

Abrunhosa, F.A., Pires, M.A.B., Lima, J. de F., & Coelho-Filho, P.A. 2005. Larval development of Lepidophthalmus siriboia Felder & Rodrigues, 1993 (Decapoda: Thalassinidea) from the Amazon region, reared in the laboratory. Acta Amazonica, 35, 77–84.

Andrewartha, H.G. & Birch, L.C. 1954. The distribution and abundance of animals. University of Chicago Press, Chicago.

Atkinson, R.J.A. & Taylor, A.C. 2004. Aspects of the biology and ecophysiology of thalassinidean shrimps in relation to their burrow environment. In: Tamaki, A. (ed.). Proceedings of the International Symposium on the ecology of large bioturbators in tidal flats and shallow sublitoral sediments — from individual behavior to their role as ecosystem engineers. Nagasaki: Nagasaki University, Japan: 45–52pp.

Berrill, M. 1975. The burrowing, aggressive and early larval behavior of *Neaxius vivesi* (Bouvier) (Decapoda, Thalassinidea). Crustaceana, 29,92–98

Biffar, T.A. 1971. New species of *Callianassa* (Decapoda, Thalassinidea) from the western Atlantic. Crustaceana, 21, 225–236.

Botter-Carvalho, M.L., Carvalho, P.V.V.C. & Ramos-Porto, M. 1995. Registro de *Neocallichirus rathbunae* (Schmitt, 1935) em águas do litoral brasileiro (Decapoda: Callianassidae), Trabalhos Oceanograficos, Universidade Federal de Pernambuco, 23:199–202.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Botter-Carvalho, M.L., Santos, P.J.P. dos & Carvalho, P.V.V. da C. 2002. Spatial distribution of *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Callianassidae) on a sandy beach, Piedade, Pernambuco, Brazil. Nauplius, 10, 97–109.

Botter-Carvalho, M.L., Santos, P.J.P. & Carvalho, P.V.V.C. 2007. Population dynamics of *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea, Thalassinidea) on a beach in northeastern Brazil. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 71, 508–516.

Brown, J.H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. The American Naturalist, 124, 255–279.

Brown, J.H., Mehlman, D.W. & Stevens, G.C. 1995. Spatial variation in abundance. Ecology, 76, 2028–2043.

Butler, S.N. & Bird, F.L. 2007. Estimating density of intertidal ghost shrimps using counts of burrow openings. Is the method reliable? Hydrobiologia, 589,303–314.

Butler S.N., Reid M. & Bird F.L. 2009. Population biology of the ghost shrimps, *Trypaea australiensis* and *Biffarius arenosus* (Decapoda: Thalassinidea), in Western Port, Victoria. Memoirs of Museum Victoria, 6,43–59.

Charnov, E.L., Los-den Hartogh, R.L., Jones, W.T. & van den Assem, J. 1981. Sex ratio evolution in a variable environment. Nature, 289, 27–33.

Coelho, P.A. 1973. Descrição preliminar de *Calastacus angulatus*, n. sp., e de *C. spinosus*, n. sp., do norte do Brasil (Crustacea, Decapoda, Callianassidae). Ciência e Cultura, 25, 344–345.

Coelho, P.A. 1997. Revisão das espécies de Thalassinidea encontradas em Pernambuco, Brasil (Crustacea, Decapoda). Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, 25, 137–161.

Coelho, P.A. & Ramos-Porto, M. 1986. Sinopse dos crustáceos decápodos brasileiros (famílias Callianassidae, Callianideidae, Upogebiidae, Parapaguridae, Paguridae, Diogenidae). Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, 19, 27–53.

Coelho, P.A. & Rattacaso, M.C.A. 1988. Revisão das espécies de Upogebia encontradas em Pernambuco, Brasil (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). Revista Brasileira de Zoologia, 5, 381–392.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Defeo, O. & Cardoso, R.S. 2002. Macroecology of population dynamics and life history traits of the mole crab *Emerita brasiliensis* in Atlantic sandy beaches of South America. Marine Ecology Progress Series, 239, 169–179.

Dworschak, P.C., Felder, D.L. & Tudge, C.C. 2012. Infraorders Axiidea de Saint Laurent, 1979 and Gebiidea de Saint Laurent, 1979 (formerly known collectively as Thalassinidea). In: Schram, F.R., von Vaupel Klein, J.C., Forest, J. & Charmantier-Daures, M. (editors). Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology. The Crustacea. Complementary to the volumes translated from the French of the Traité de Zoologie [founded by P.-P. Grassé], volume 9 part B. Eucarida: Decapoda: Astacidea p.p. (Enoplometopoidea, Nephropoidea), Glypheidea, Axiidea, Gebiidea, and Anomura. Leiden: Brill; p. 109–219.

Dworschak, P.C. & Ott, J.A. 1993. Decapod burrows in mangrovechannel and back-reef environments at the Atlantic Barrier Reef, Belize. Ichnos, 2,277–290.

Enquist, B.J., Jordan, M.A. & Brown, J.H. 1995. Connections between ecology, biogeography, and paleobiology: relationship between local abundance and geographic distribution in fossil and recent mollusks. Evolutionary Ecology, 9, 586–604.

Felder, D.L. 1973. An annotated key to crabs and lobsters (Decapoda: Reptantia) from coastal waters of the northwestern Gulf of Mexico. Center for Land Resources, Louisiana State University, 103p.

Felder, D.L. & Lovett, D.L. 1989. Application of regression techniques to studies of relative growth in crustaceans. Journal of Crustacean Biology, 9,529–539.

Felder, D.L. & Rodrigues, S.A. 1993. Reexamination of the ghost shrimp *Lepidophthalmus louisianensis* (Schmitt, 1935) from the northern Gulf of Mexico and comparison to *L. siriboia*, new species, from Brazil (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). Journal of Crustacean Biology, 13, 357–376.

Fenberg, P.B. 2008. The effects of size-selective harvesting on the population biology and ecology of a sex-changing limpet species, *Lottia gigantea*. PhD Thesis, University of California, San Diego

Fenberg, P.B. & Rivadeneira, M.M. 2011. Range limits and geographic patterns of abundance of the rocky intertidal owl limpet, *Lottia gigantea.* Journal of Biogeography, 38, 2286–2298.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Fiori, S. & Defeo, O. 2006. Biogeographic patterns in lifehistory traits of the yellow clam, *Mesodesma mactroides*, in sandy beaches of South America. Journal of Coastal Research, 22, 872–893.

Gaines, S.D., Lester, S.E., Eckert, G., Kinlan, B.P., Sagarin, R. & Gaylord, B. 2009. Dispersal and geographic ranges in the sea. Marine macroecology (ed. by K. Roy and J.D. Witman), pp. 227–249. University of Chicago Press, Chicago.

Gaston, K.J. 2003. The structure and dynamics of geographic ranges. Oxford University Press, Oxford.

Gaston, K.J. 2009. Geographic range limits: achieving synthesis. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 276, 1395–1406.

Gilman, S. 2005. A test of Brown's principle in the intertidal limpet *Collisella scabra* (Gould, 1846). Journal of Biogeography, 32, 1583–1589.

Gilman, S.E. 2006a. Life at the edge: an experimental study of a poleward range boundary. Oecologia, 148, 270–279.

Gilman, S.E. 2006b. The northern geographic range limit of the intertidal limpet *Collisella scabra*: a test of performance, recruitment, and temperature hypotheses. Ecography, 29, 709–720.

Hay, W.P. & Shore, C.A. 1918. The decapod crustaceans of Beaufort, N.C., and the surrounding region. Bulletin of the Bureau of Fisheries, Washington, 35, 369–475.

Heard, R.W., King, R.A., Knott, D.M., Thoma, B.P. & Thornton-DeVictor, S. 2007. A guide to the Thalassinidea (Crustacea: Malacostraca: Decapoda) of the South Atlantic Bight. NOAA Professional Paper NMFS 8, 30 pp.

Hernáez, P. 2018. An update on reproduction in ghost shrimps (Decapoda: Axiidea) and mud lobsters (Decapoda: Gebiidea). In: Muhammet Türkoğlu, Umur Önal and Ali Ismen. Marine Ecology, chapter 11, IntechOpen; p. 231–253.

Hernáez, P., Granda-Rodríguez, H., Rio, J.P.P. & Pinheiro, M.A.A. 2018. Morphological remarks in the ghost shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda, Callianassidae). Boletim do Instituto de Pesca, 44,91–99.

Hernáez, P. & João, M.C.A. 2018. Social structure, sexual dimorphism and relative growth in the ghost shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda, Axiidea, Callianassidae). Marine Biology Research, X,X–X.

from the tropical eastern Pacific



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Hernáez, P. & Vargas, R. 2013. A new species of *Callianidea* H. Milne Edwards, 1837 (Decapoda, Axiidea, Callianideidae) from the Pacific coast of Central America, with key to the genus. Zootaxa, 3681, 147–154.

Hernáez, P., Villegas-Jiménez, E., Villalobos-Rojas, F. & Wehrtmann, I.S. 2012. Reproductive biology of the ghost shrimp *Lepidophthalmus bocourti* (A. Milne-Edwards, 1870) (Decapoda: Axiidea: Callianassidae): a tropical species with a seasonal reproduction. Marine Biology Research 8,635–43.

Hernáez, P. & Wehrtmann, I.S. 2007 Population biology of the burrowing shrimp *Callichirus seilacheri* (Decapoda, Thalassinidea, Callianassidae) in northern Chile. Revista de Biología Tropical, 55(suppl. 1), 141–152.

Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 22, 415–427.

Krebs, C.J. 1978. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row, New York.

Laborel, J. 1970. Leus peuplements de Madreporaires des cotes tropicales du Bresil. Ann. L'Université D'Abidjan Série EII:1–261.

Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.K.P. & Testa, V. 2003. Corals and coral reefs of Brazil. In: Cortés, J. (ed.) Latin American Coral Reefs. Elsevier Science B.V, Amsterdam, pp 9–52.

Manning, R.B. 1993. Two new species of *Neocallichirus* from the Caribbean Sea (Crustacea: Decapoda: Callianassidae). Proceedings of the Biological Society of Washington, 106, 106–114.

Manning, R. & Felder, D.L. 1991. Revision of the American Callianassidae (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington, 104, 764–792.

Manning, R.B. & Heard, R.W. 1986. Additional record for *Callianassa rathbunae* Schmitt, 1935 from Florida and the Bahamas (Crustacea, Decapoda, Callianassidae). Proceedings of the Biological Society of Washington, 99, 347–349.

Mascarenhas, A.S.Jr., Miranda, L.M. & Rock, N.J. 1971. A study of the oceanographic conditions in the region of Cabo Frio. In: Costlow, J.D. (ed.). Fertility of the sea. Gordon & Breach Scientific Publication, New York. Pp. 285–295



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Melo, G.A.S. 1999. Manual de identificação dos Crustacea Decapoda do litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea, Astacidea. Editora Plêiade/FAPESP, São Paulo, 551pp.

Nates, S.F. & Felder, D.L. 1999. Growth and maturation of the ghost shrimp *Lepidophthalmus sinuensis* Lemaitre and Rodrigues, 1991 (Crustacea, Decapoda, Callianassidae), a burrowing pest in penaeid shrimp culture ponds. Fisheries Bulletin, 97,526–541.

Pachelle, P.P.G., Anker, A., Mendes, C.B. & Bezerra, L.E.A. 2016. Decapod crustaceans from the state of Ceará, northeastern Brazil: an updated checklist of marine and estuarine species, with 23 new records. Zootaxa, 4131, 001–063.

Pachelle, P.P.G., Anker, A. & Bezerra, L.E.A. 2017. Re-identification of the material of *Neocallichirus maryae* Karasawa, 2004 from Ceará, northeastern Brazil, with the first record of *N. cacahuate* Felder & Manning, 1995 in the southwestern Atlantic. Zootaxa, 4276, 346–356.

Pezzuto, P.R. 1998. Population dynamics of *Sergio mirim* (Rodrigues 1971) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) in Cassino Beach, Southern Brazil. Marine Ecology, 19, 89–109.

Rivadeneira, M.M., Hernáez, P., Baeza, J.A., Boltaña, S., Cifuentes, M., Correa, C., Cuevas, A., del Valle, E., Hinojosa, I., Ulrich, N., Valdivia, N., Vásquez, N., Zander, A. & Thiel, M. 2010. Testing the abundant-centre hypothesis using intertidal porcelain crabs along the Chilean coast: linking abundance and life-history variation. Journal of Biogeography, 37, 486–498.

Rodrigues, S.A. 1966. Estudos sobre *Callianassa*: Sistemática, Biologia e Anatomia. PhD thesis. São Paulo (Brazil): Universidade de São Paulo, 168pp.

Rodrigues, S.A. 1971. Mud shrimps of the genus *Callianassa* Leach from the Brazilian coast (Crustacea, Decapoda). Arquivos de Zoologia, 20, 191–223.

Rodrigues, S.A. 1983. Aspectos da biologia de Thalassinidea do Atlântico tropical americano. Tese Livre Docente, Universidade de São Paulo, 183 pp.

Rodrigues, S.A. & de Carvalho, H.A. 1972. *Marcusiaxius lemoscatroi*, g. n., sp. n., primeira ocorrência da família Axiidae (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea) no Brasil. Ciência e Cultura, 24, 337–342.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Rodrigues, S.A. & Manning, R.B. 1992. Two new callianassid shrimps from Brazil (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Proceedings of the Biological Society of Washington, 105: 324–330.

Rosa, L.C. & Almeida, A.O. 2012. *Axianassa australis* Rodrigues and Shimizu, 1992 (Crustacea: Decapoda: Gebiidea: Axianassidae): First record from Sergipe, NE Brazil. Check List, 8, 1321–1322.

Rotherdam, D. & West, R.J. 2003. Comparison of methods for sampling populations of ghost shrimp *Trypaea australiensis* (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae). Fisheries Research (Amsterdam), 60, 585–591.

Sagarin, R.D. & Gaines, S.D. 2002a. The 'abundant centre' distribution: to what extent is it a biogeographical rule? Ecology Letters, 5, 137–147.

Sagarin, R.D. & Gaines, S.D. 2002b. Geographical abundance distributions of coastal invertebrates: using one-dimensional ranges to test biogeographic hypotheses. Journal of Biogeography, 29, 985–997.

Sagarin, R.D. & Gaines, S.D. 2006. Recent studies improve understanding of population dynamics across species ranges. Oikos, 115, 386–388.

Sagarin, R.D., Gaines, S.D. & Gaylord, B. 2006. Moving beyond assumptions to understand abundance distributions across the ranges of species. Trends in Ecology and Evolution, 21, 524–530.

Sakai, K. 2005. Callianassoidea of the world (Decapoda, Thalassinidea). Crustaceana Monographs, 4: 1–285.

Sakai, K. 2006. Upogebiidae of the world (Decapoda, Thalassinidea). Crustaceana Monographs, 6, pp. 191.

Sakai, K. 2011. Axioidea of the world and a reconsideration of the Callianassoidea (Decapoda, Thalassinidea, Callianassida). Crustaceana Monographs, 13, 1–520.

Sanford, E., Holzman, S.B., Haney, R.A., Rand, D.M. & Bertness, M.D. 2006. Larval tolerance, gene flow, and the northern geographic range limit of fiddler crabs. Ecology, 87, 2882–2894.

Somiya, R. & Tamaki, A. 2017. Unraveling mating behavior for Axiidea (Crustacea: Decapoda): Burrow-dwelling callianassid shrimp in intertidal sandflat. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 486,305–313.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

Souza, J.R.B., Borzone, C.A. & Brey, T. 1998. Population dynamics and secondary production of *Callichirus major* (Crustacea: Thalassinidea) on a southern Brazilian sandy beach. Archives of Fisheries and Marine Research, 46, 151–164.

Stramma, L., Ikeda, Y. & Peterson, R.G. 1990. Geostrophic transport in the Brazil Current region north of 20° S. Deep Sea Research, 37, 1875–1886.

Strasser, K.M. & Felder, D.L. 1998. Settlement cues in successive developmental stages of the ghost shrimps *Callichirus major* and *C. islagrande* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Marine Biology, 132, 599–610.

Sullivan, K. & Bustamante, G. 1999. Setting geographic priorities for marine conservation in Latin America and the Caribbean. The Nature Conservancy: Arlington, Virginia.

Williams, A.B. 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the eastern United States, Maine to Florida: 1–550. (Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.).

Wilson, K. & Hardy, I.C.W. 2002. Statistical analysis of sex ratios: an introduction. In: Hardy ICW, editor. Sex ratios concepts Res methods. Cambridge: Cambridge University Press; p. 48–92.

Zacherl, D., Gaines, S.D. & Lonhart, S.I. 2003. The limits to biogeographical distributions: insights from the northward range extension of the marine snail, Kelletia kelletii (Forbes, 1852). Journal of Biogeography, 30, 913–924.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## *APRESENTAÇÕES EM CONGRESSOS*

**1.-** Pimenta C.E.R., Angeloni M.T., João M.C.A., Rio J.P.P., Pinheiro M.A.A. & **Hernáez P**. 2016. Ecology and social structure in the pea crabs *Austinixa aidae* (Righi, 1967) and *A. patagoniensis* (Rathbun, 1918) (Decapoda, Pinnotheridae) in the Southwestern Atlantic. IX Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 06 ao 09 de novembro, Crato, Brasil. Livro de resumos pp. 20 (Inglês).

**2.-** Hereman M.J., Pinheiro M.A.A. & **Hernáez P**. 2016. A proibição da exploração de *Callichirus major* (Say, 1818) na praia de Santos (SP, Brasil) tem sido uma medida eficiente de proteção para esta população? IX Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 06 ao 09 de novembro, Crato, Brasil. Livro de resumos pp. 94 (Português).

**3.-** Hereman M.J., Pinheiro M.A.A. & **Hernáez P**. 2016. Breeding cycle in the burrowing shrimp *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Callianassidae) in a protected and non protected area of the Southwestern Atlantic. IX Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 06 ao 09 de novembro, Crato, Brasil. Livro de resumos pp. 140 (Inglês).

**4.-** Rio J.P.P., Matsunaga A.M.F., Pimenta C.E.R., Angeloni M.T., Pinheiro M.A.A. & **Hernáez P**. 2016. Morfologia externa do sistema reprodutor no camarão-fantasma *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Callianassidea: Callianassidae), do Atlântico Sul Oeste: resultados preliminares. IX Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 06 ao 09 de novembro, Crato, Brasil. Livro de resumos pp. 216 (Português).

**5.- Hernáez P.**, Rio J.P.P., Matsunaga A.M.F. & Pinheiro M.A.A. 2016. Commercial use of ghost shrimps (Decapoda, Callianassidea-Thalassinidea) along the Brazilian coast: current state and perspectives. IX Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 06 ao 09 de novembro, Crato, Brasil. Livro de resumos pp. 239 (Inglês).

**6.-** Rio J.P.P., Matsunaga A.M.F., Pinheiro M.A.A. & **Hernáez P**. 2016. Morphological remarks of *Callichirus aff. major* (Say, 1818) (Decapoda, Callianassidae) from the Brazilian coast: partial outcomes". IX Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 06 ao 09 de novembro, Crato, Brasil. Livro de resumos pp. 259 (Inglês).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**7.- Hernáez P.**, Rio J.P.P. & Pinheiro M.A.A. 2016. Diversity, distribution and ecology of intertidal ghost shrimps (Decapoda, Callianassidea-Thalassinidea) along the Brazilian coast (2°-32° S): partial outcomes. IX Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 06 ao 09 de novembro, Crato, Brasil. Livro de resumos pp. 278 (Inglês).

**8.- Hernáez P.** & João M.C.A. 2017. Crecimiento relativo y madurez sexual en el camarón excavador *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda, Callianassidae) de la costa del Pacífico Este Tropical. XVII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR), 13 al 17 de Noviembre, Camboriú, Brasil.

**9.-** Rio J.P.P., **Hernáez P.** & Pinheiro M.A.A. 2017. A heteroquelia no camarão-fantasma *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Callianassidae) auxilia a estimativa de sua maturidade morfológica e manejo. XVII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR), 13 al 17 de Noviembre, Camboriú, Brasil.

**10.- Hernáez P**. 2018. Diversidade e Ecologia de camarões fantasma (Axiidea) e lagosta-de-lama (Gebiidea) do Atlántico Sul Ocidental. Evento IDEAR, Centro Universitario São Judas, 09 de Maio, Santos, Brasil.

**11.-** Pinheiro M.A.A. & **Hernáez P**. 2018. Social structure, sex ratio and sexual dimorphism in the intertidal ghost shrimps (Decapoda, Axiidea, Callianassidae) and mud lobsters (Decapoda, Gebiidea, Axianassidae-Upogebiidae) from the southwestern Atlantic. X Congresso Brasileiro sobre Crustáceos, 11 ao 14 de novembro, Recife, Brasil.

***TRABALHOS PUBLICADOS***

**1.-** Baeza J.A. & **P. Hernáez**. 2015. Population distribution, sexual dimorphism, and reproductive parameters in the symbiotic crab *Pinnixa valdiviensis* Rathbun, 1907 (Decapoda, Pinnotheridae), a symbiont of the ghost shrimp *Callichirus garthi* (Retamal, 1975) in the South Eastern Pacific. Journal of Crustacean Biology, 35 (1): 68–75. DOI: 10.1163/1937240X-00002294.

**2.- Hernáez P.** & Granda-Rodríguez H. 2015. The community of Mata de Limón, central Pacific coast of Costa Rica and the extraction of 'colonchos' *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda: Axiidea: Callianassidae). Latin American Journal of Aquatic Research, 43(3): 575-580 (In Spanish). DOI: 10.3856/vol43-issue3-fulltext-19.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**3.- Hernáez P.**, Gamboa-González A. & de Grave S. 2015. *Callichirus garthi* (Retamal, 1975) is a valid species, distinct from *C. seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda: Axiidea: Callianassidae). Marine Biology Research, 11(9): 990–997 DOI: 10.1080/17451000.2015.1044999.

**4.-** Santana W., C.T.C. Ivo, J. Dias-Neto, L.F.A. Duarte, M.A.A. Pinheiro, H. Boos, A.P. Pinheiro, A.O. Almeida, **P. Hernáez** & P.A. Coelho. 2016. Avaliação Lagostas-de-espinho (Decapoda: Palinuridae), Cap. 21: p. 268-283. In: Pinheiro, M.A.A. & Boos, H. (Org.). Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 466 p.

**5.-** Pinheiro M.A.A., João M.C.A., Leme M.H.A., Matsunaga A.M.F., Rio J.P.P. & **Hernáez P**. 2017. Insights of the life history in the porcellanid crab *Petrolisthes armatus* (Gibbes, 1850) (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) from the Southwestern Atlantic coast. Invertebrate Reproduction & Development: 61 (2): 78–89. DOI: 10.1080/07924259.2017.1285818.

**6.- Hernáez P**., Granda-Rodríguez H., Rio J.P.P. & Pinheiro M.A.A. 2018 Morphological remarks in the ghost shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda, Callianassidae). Boletim do Instituto de Pesca, 44(1): 91–99. DOI: 10.20950/1678-2305.2018.287.

**7.- Hernáez P**. 2018. Spatial distribution and egg production in squat lobsters (Decapoda: Munididae, Munidopsidae) from the collection of São Paulo Museum, Brazil. Iheringia, 108: 1–8. DOI: 10.1590/1678-4766e2018020.

**8.- Hernáez P.** 2018. An update on reproduction in ghost shrimps (Decapoda: Axiidea) and mud lobsters (Decapoda: Gebiidea), Cap. 11: p. 231-253. In: Türkoğlu M., Onal U. & İsmen A. (eds). Marine Ecology - Biotic And Abiotic Interactions, Intech Isbn 978-953-51-5755-7. DOI: 10.5772/intechopen.75067.

**9.- Hernáez P.** & João MCA. 2018. Social structure, sexual dimorphism and relative growth in the ghost shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda, Axiidea, Callianassidae) from the tropical eastern Pacific. Marine Biology Research. DOI: 10.1080/17451000.2018.1529415.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

**10.- Hernáez P.**, Villegas-Castro E., Duarte R. & Pinheiro M.A.A. no prelo. Population biology and breeding cycle of the burrowing shrimp *Callichirus seilacheri* (Bott, 1955) (Decapoda, Callianassidae) from the eastern tropical Pacific. Invertebrates Reproduction & Development.

**11.- Hernáez P.**, Hereman M.J., Pimenta C.E.R., Rio J.P.P., João M.C.A. & Pinheiro M.A.A. no prelo. La efectividad de una ley de protección al servicio de la conservación de un recurso marino: El ejemplo del camarón fantasma *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda, Callianassidae) de la costa de Brasil. Iheringia.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## OUTRAS ATIVIDADES

### *COORIENTAÇÕES CONCLUIDAS*

**1.-** 2017. Michael José Hereman, aluno Mestrado em Ciências Biolgicas, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Vicente, Brasil. Tese: Biologia populacional de *Callichirus major* (Say, 1818) (Crustacea: Axiidea: Callianassidae), nas praias de Santos e Itararé, Litoral Centro do Estado de São Paulo, Brasil.

**2.-** 2018. Juliana Piva Rio, aluno Mestrado em Ciências Biolgicas, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Vicente, Brasil. Tese: Morfologia reprodutiva, estrutura social e recrutamento do camarão-fantasma *Callichirus major* (Say, 1818) (Decapoda: Callianassidea: Callianassidae), na praia do Gonzaga, Santos (SP), Brasil.

### *MEMBRO EM BANCA AVALIADORA*

**1.-** 2015. Mauro Giovanni Zucconi Ramírez, aluno de Licenciatura en Biología, Universidad del Valle, Cali, Colombia. Tese: Biología reproductiva del cangrejo porcelánido *Neopisosoma neglectum* en Bahía Chengue, Caribe colombiano. (Exame de Licenciatura).

**2.-** 2016. Caroline Araujo de Souza, aluna Programa de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Vicente, Brasil. Tese: O caraguejo-uça, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ucididae), como espécie bioindicadora do estado de conservação dos manguezais. Brasil. (Exame Qualificação).

**3.-** 2017. Marcelo Ricardo de Souza, aluno Programa de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Vicente, Brasil. Tese: A saúde da comunidade de peixes é afetada por múltiplos estressores de um sistema estuarino subtropical? (Exame Qualificação).



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

***PARTICIPAÇÃO EM DISCIPLINA***

**1.-** 2015. Ministrante aulas "Conceitos básicos em ecologia populacional: ligando o conhecimento teórico com o prático" e "Conceitos básicos em ecologia: fatores limitantes e princípios ecológicos", disciplina "Ecologia de Populações", Curso de Ciências Biológicas, nível Licenciatura, Campus do Litoral Paulista – CLP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Vicente, Brasil.

**2.-** 2016. Ministrante palestra "Adaptación del ciclo de vida a la varaibilidad climática regional en el langostino de aguas profundas *Pleuroncodes monodon* (Decapoda, Munididae) del pacífico este tropical", disciplina Seminarios Gerais em Biodiversidade Aquática, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Aquática (Mestrado e Doutorado), Instituto de Biociências – IB, Campus do Litoral Paulista – CLP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Vicente, Brasil.

**3.-** 2016. Ministrante palestra "Diversidad y ecología de camarones fantasmas intermareales (Callianassidea: Thalassinidea) de la costa del pacífico de América Central", disciplina Seminarios Gerais em Biodiversidade Aquática, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Aquática (Mestrado e Doutorado), Instituto de Biociências – IB, Campus do Litoral Paulista – CLP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Vicente, Brasil.

**4.-** 2016. Docente colaborador disciplina "Topicos Especiais: morfología, taxonomía y ecología de camarones fantasma (Axiidea – Gebiidea) de América", Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Aquática (Mestrado e Doutorado), Instituto de Biociências – IB, Campus do Litoral Paulista – CLP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Vicente, Brasil.

**5.-** 2016. Ministrante aulas "Introdução aos Panarthropoda" e "Arquetipo dos Arthropoda", disciplina Zoologia dos Invertebrados II, Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado), Instituto de Biociências – IB, Campus do Litoral Paulista – CLP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Vicente, Brasil.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

***AVALIADOR EM CONGRESSO***

**1.-** 2017. V Colóquio de Incentivo à Pesquisa", "XIV Semana da Biologia Marinha e do Gerenciamento Costeiro", Instituto de Biociências – IB, Campus do Litoral Paulista – CLP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 28 de agosto a 01 de setembro, São Vicente, Brasil.

**2.-** 2017. XXIX Congresso de Iniciação Científica, Instituto de Biociências – IB, Campus do Litoral Paulista – CLP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 12 de setembro, São Vicente, Brasil.

**3.-** 2018. XV Semana da Biologia Marinha e do Gerenciamento Costeiro, Instituto de Biociências – IB, Campus do Litoral Paulista – CLP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 12 de setembro, São Vicente, Brasil.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com

## COMENTÁRIOS FINAIS (ESPANHOL)

El presente estudio generó una serie de informaciones adicionales que no fueron incluidas en el presente informe porque no formaban parte del objetivo central de este proyecto. Todas ellas serán trabajadas a través de futuras colaboraciones con investigadores ligados al grupo CRUSTA y de otros investigadores extranjeros especialistas en diferentes áreas del conocimiento biológico. Como autor de este proyecto debo reconocer que el desafío inicial que significaba recorrer toda la costa de Brasil era algo que realmente me motivó. Yo ya tenía la experiencia de haber recorrido casi toda la costa de Chile, colectando cangrejos porcelánidos, y la costa del Pacífico de América Central, colectando camarones fantasma. Sin embargo, la costa de Brasil ofrecía el desafío de ser un territorio completamente desconocido para mi, cuyo pueblo habla otra lengua y además de eso, caracterizado por áreas de difícil acceso tanto en lo logístico como en lo cultural. Todo ello, sumado a que desde el punto de vista económico, solventar una colecta latitudinal de esta magnitud, significaba cubrir con poco dinero un proyecto de gran envergadura. Sólo yo sé y no lo voy a comentar en forma específica, que muchas de las cosas que están escritas en el papel por parte de los compromisos que asumen las universidades son en realidad letra muerta. Esto significa que el alumno de post-doctorado debe resolver de forma personal una serie de problemas básicos relacionados a la logística de un proyecto (e.g., la disponibilidad de carros para realizar las colectas) que parecen triviales pero que pueden ser la diferencia entre el fracaso y el éxito de una propuesta científica. De cualquier forma, quiero manifestar que el Brasil del que tanto se habla en el extranjero está presente de forma más intensa en todos los pueblos pequeños que tuve la suerte de visitar. Recuerdo por ejemplo haber dejado el carro abierto en una pequeña ciudad del Estado de Bahía y a mi retorno, después de colectar material, había una serie de personas cuidando el vehículo y esperándome para invitarme a almorzar. Recuerdo también haber visto en muchos pueblos del norte de Brasil una serie de conductas positivas que uno ya no ve en las ciudades grandes. La alegría, el esfuerzo, la confianza y la honra del hermoso pueblo brasilero aún está intacta en los pueblos pequeños de este gran país llamado Brasil. Quiero cerrar este informe con el siguiente pensamiento. Las venas de América Latina, donde se incluye Brasil, están cargadas de valores positivos que nos hacen pensar en un mejor futuro, basado en el respeto de nuestras identidades y en el desarrollo de la ciencia básica y aplicada. Viva Brasil y América Latina.



Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA)
Instituto de Biociências (IB) – Câmpus do Litoral Paulista (CLP)
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
pahernaez@gmail.com