



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA

GISELLA CHRISTINA SALES DAS CHAGAS

***Ophiophragmus* Lyman, 1865 e *Amphiodia* Verrill, 1899
(Amphiuridae, Ophiuroidea) com ocorrência no Brasil: um estudo
taxonômico incluindo caracteres microestruturais**

***Ophiophragmus* Lyman, 1865 and *Amphiodia* Verrill, 1899
(Amphiuridae, Ophiuroidea) occurring in Brazil: a taxonomic
study including microstructural characters**

CAMPINAS

2018

GISELLA CHRISTINA SALES DAS CHAGAS

***Ophiophragmus* Lyman, 1865 e *Amphiodia* Verrill, 1899 (Amphiuridae, Ophiuroidea) com ocorrência no Brasil: um estudo taxonômico incluindo caracteres microestruturais**

***Ophiophragmus* Lyman, 1865 and *Amphiodia* Verrill, 1899 (Amphiuridae, Ophiuroidea) occurring in Brazil: a taxonomic study including microstructural characters**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do Título de Mestra em Biologia Animal, na área de Biodiversidade Animal.

Dissertation presented to Institute of Biology of the University of Campinas in partial fulfillment of requirements for the degree of Master in Animal Biology, in the area of Animal Biodiversity.

ESTE ARQUIVO DIGITAL
CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA
ALUNA GISELLA CHRISTINA SALES
DAS CHAGAS, E ORIENTADA PELA
PROF^a DR^a MICHELA BORGES.

Orientadora: MICHELA BORGES

CAMPINAS

2018

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Biologia
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

C346o Chagas, Gisella Christina Sales das, 1991-
Ophiophragmus Lyman, 1865 e *Amphiodia* Verril, 1899 (Amphiuridae, Ophiuroidea) com ocorrência no Brasil : um estudo taxonômico incluindo caracteres microestruturais / Gisella Christina Sales das Chagas. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Michela Borges.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Biodiversidade. 2. Equinodermo. 3. Espécies. I. Borges, Michela, 1976-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: *Ophiophragmus* Lyman, 1865 and *Amphiodia* Verril 1899 (Amphiuridae, Ophiuroidea) occurring in Brazil : a taxonomic study including microstructural characters

Palavras-chave em inglês:

Biodiversity

Echinodermata

Species

Área de concentração: Biodiversidade Animal

Titulação: Mestra em Biologia Animal

Banca examinadora:

Michela Borges [Orientador]

Luciana Ribeiro Martins

Fosca Pedini Pereira Leite

Data de defesa: 30-07-2018

Programa de Pós-Graduação: Biologia Animal

Campinas, 30/07/2018.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.(a) Dr.(a). Michela Borges

Dr.(a). Luciana Ribeiro Martins

Prof.(a) Dr(a). Fosca Pedini Pereira Leite

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica do aluno.

Dedico este trabalho à minha amada Diana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Michela por todo carinho e dedicação, por acreditar em mim, por me dar a oportunidade de crescer, e por me receber de braços abertos no Museu de Zoologia da Unicamp (ZUEC). Por tudo que fez por mim nesses dois anos. Por ser essa pessoa maravilhosa dentro e fora do ambiente de trabalho.

À minha amiga Renata por todo apoio, por todas as risadas, por todas as sambadas pra comemorar as vitórias, por todos os momentos que passei do seu lado crescendo e aprendendo.

À Helena, Gabriela e Letícia pelo apoio, e a toda equipe do ZUEC por proporcionarem um ambiente agradável e harmonioso para trabalhar.

Aos professores Flávio Passos, Camila Fernanda Silva e Silvana Siqueira pelas correções e sugestões na qualificação, às professoras Luciana Martins, Fosca Leite e Marlene Tiduko Ueta, pelas correções e sugestões na banca e pré-banca.

À Unicamp, ao curso de pós-graduação em Biologia Animal e à CAPES por proporcionarem a realização desse trabalho.

Ao Richard Turner, do Instituto de Tecnologia da Flórida por ceder exemplares para o trabalho. Ao Museu de Zoologia da USP e Museu de Zoologia da UFBA pelos empréstimos.

Ao doutor Gordon Hendler (Natural History Museum of Los Angeles County) pela concessão do uso de imagens.

À Diana, por todo amor, carinho, companheirismo e paciência. Por cuidar de mim todos os dias, por estar sempre do meu lado, e por me fazer tão feliz.

À minha família, minha avó Evenina, meus pais Jorge e Edna. À minha tia Valéria, e às minhas primas Jessica, Priscila e Roberta por todo apoio.

À Ana Maria Cestari e Jurandir Bon por todo carinho e acolhimento nesses dois últimos anos.

Aos meus amigos Tereza, Carolina, Gabriela, Nathalia, Wellington, Marcela e Pamela que mesmo estando longe sempre se fazem presentes.

*“Sabe desde o início: alma, espírito, corpo, mente
Sua jornada diligente faz valer o sacrifício.
É isso.”*

(Forfun)

RESUMO

Os Echinodermata têm cerca de 7000 espécies viventes, atualmente distribuídas em cinco classes: Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea e Crinoidea, sendo os ofiuroides mais abundantes, com aproximadamente 2100 espécies descritas. Os gêneros *Ophiophragmus* e *Amphiodia*, família Amphiuridae, são taxa filogeneticamente próximos e apresentam problemas taxonômicos, como diagnoses sobrepostas, delimitações inconsistentes de espécies e sinonímias. O objetivo desse trabalho foi realizar o estudo de espécies brasileiras dos gêneros em questão, revisando o *status* taxonômico de cada uma delas, a fim de esclarecer possíveis problemas de sinonímia e caracteres diagnósticos. Para isso, foram reavaliados caracteres taxonômicos tradicionais e incluídos os microestruturais relacionados aos ossículos e placas braquiais. A grande novidade é a inclusão destes últimos na descrição das espécies e separação dos taxa, como por exemplo, espinulações no botão de articulação na placa braquial lateral, que são descritos e ilustrados pela primeira vez. Os resultados deste trabalho contribuirão com o conhecimento da biodiversidade dos Ophiuroidea e para estudos filogenéticos.

Palavras-chave: Biodiversidade, Echinodermata, Espécies.

ABSTRACT

The Echinodermata has around 7000 living species, currently distributed in five classes: Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, and Crinoidea, being the brittle stars the most abundant with approximately 2100 described species. The genera *Ophiophragmus* and *Amphiodia*, Amphiuridae, are taxa phylogenetically close and present taxonomic problems, such as overlapping diagnoses, inconsistent species, and synonymy delimitations. The objective of this work was to study the Brazilian species of the genera in question, reviewing their taxonomic status, in order to clarify possible synonymy problems and diagnostic characters. For this, traditional taxonomic characters were reassessed and included the microstructural ones related to the ossicles and arm plates. The great novelty is the inclusion of the latter in the description of species and separation of taxa, such as spinnings in lateral arm plate articulation, which described and illustrated for the first time. The results of this work will contribute to the knowledge of Ophiuroidea biodiversity and to phylogenetic studies.

Keywords: Biodiversity, Echinodermata, Species.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
Capítulo 1 – The diagnostic value of fence of papillae around the edge of the disc in <i>Ophiophragmus</i> , with comparisons and a key to species recorded from Brazil.....	16
1. ABSTRACT.....	16
2. INTRODUCTION	17
3. MATERIAL AND METHOD	18
4. RESULTS	19
Taxonomy.....	19
5. TAXONOMIC RELATIONS AND DISTINCTIVE FEATURES	26
Capítulo 2 – Estudos detalhados de <i>Amphiodia</i> Verrill, 1899 e <i>Ophiophragmus</i> Lyman, 1865 com ocorrência no Brasil (Amphiuridae, Ophiuroidea) trazem novos caracteres diagnósticos	33
1. RESUMO	33
2. ABSTRACT	33
3. INTRODUÇÃO.....	34
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
5. RESULTADOS	36
5.1 Lista taxonômica	37
6. DISCUSSÃO	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	73
ANEXO 1 – Declaração de bioética e biosegurança.....	79
ANEXO 2 – Declaração de direitos autorais.....	80

1. INTRODUÇÃO

Os Echinodermata, com cerca de 7000 espécies viventes (PAWSON, 2007), são animais exclusivamente marinhos e destacam-se pela sua simetria radial pentâmera secundária, presença de tecido conjuntivo mutável, sistema hidrovacular composto por canais celômicos e apêndices superficiais (HADEL et al., 1999; VENTURA et al., 2006). Atualmente estão divididos em cinco classes: Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea e Crinoidea, sendo os ofiuroides mais ricos em número de espécies, com 2087 espécies descritas (STÖHR, O'HARA & THUY, 2018).

Os Ophiuroidea possuem uma estrutura corporal bastante simples, com disco bem delimitado e braços geralmente longos e delgados (BORGES, YOKOYAMA & AMARAL, 2011). É considerado um dos mais bem-sucedidos do grupo devido à sua mobilidade, diversidade de hábitos alimentares e tamanhos pequenos, o que lhes permite acessar diferentes habitats, muitas vezes inacessíveis para outros equinodermos (BENAVIDES-SERRATO, BORRERO-PÉREZ & DIAS SANCHEZ, 2011).

Dentre as famílias de Ophiuroidea que dominam os ambientes tropicais e temperados, de pequenas e grandes profundidades, estão os Amphiuridae (STÖHR, O'HARA & THUY, 2012), morfologicamente caracterizados por possuírem um par de papilas infradentais no ápice da mandíbula, disco e braços muito delicados (BORGES & AMARAL, 2005; BORGES, YOKOYAMA & AMARAL, 2011). As espécies desta família são em geral membros da infauna associadas a fundos moles e podem enterrar-se com o auxílio de seus longos e delineados braços (HENDLER et al., 1995). Classificada como a maior família do grupo, Amphiuridae é composta por 487 espécies distribuídas em 28 gêneros (STÖHR, O'HARA & THUY, 2018). No Brasil, foram registradas 49 espécies e 11 gêneros (BARBOZA & BORGES, 2012).

Alguns gêneros desta família têm características morfológicas muito próximas e frequentemente as descrições originais mencionam caracteres diagnósticos que se sobrepõem, dificultando a identificação das espécies.

Um exemplo recorrente pode ser observado com algumas espécies dos gêneros *Amphiodia* Verrill, 1899 e *Ophiophragmus* Lyman, 1865. Estes são taxa com características fenotípicas e comportamentais muitas vezes sobrepostas e, apesar de apresentarem diagnose similar, eles possuem algumas diferenças, como por exemplo, um feixe de espinhos na margem do disco, presente em *Ophiophragmus* e ausente em

Amphiodia (CLARK, 1918). No entanto, na falta desses espinhos marginais, que podem ser facilmente perdidos durante o manuseio em coletas, é necessário observar outras estruturas, como escamas dorsais e ventrais do disco, escudos radiais, orais e adorais, papilas orais, além de placas e espinhos braquiais (THOMAS, 1962).

Em *Ophiophragmus* a mandíbula suporta duas papilas orais laterais geralmente contíguas, enquanto *Amphiodia* pode ter até quatro destas papilas, dependendo da espécie. O número de espinhos braquiais também pode diferenciar espécies destes gêneros, pois algumas espécies de *Amphiodia* chegam a ter quatro espinhos em um segmento de braço, e em *Ophiophragmus*, apenas três (VERRILL, 1899; ALBUQUERQUE, 1986).

Lyman (1865) determinou o gênero *Ophiophragmus* a partir de três espécies descritas como *Amphiura* Forbes, 1843, que diferiam do membro típico do gênero, mas se pareciam entre eles em outras características. Dentre essas características, a que foi mais enfatizada e deu nome ao gênero, é a presença do feixe de espinhos em volta do disco, margeando-o. Esses são em geral bem desenvolvidos, mas podem apresentar-se como escamas modificadas, de qualquer forma, diferenciando o gênero *Ophiophragmus* dos outros. Clark (1918) comparou minuciosamente alguns espécimes e descrições de espécies deste gênero e concluiu que *Ophiophragmus* é um grupo natural da América, até então, dividido em oito espécies.

Em 1962, a partir da observação de dois exemplares de *Amphiodia riisei* (Lütken, 1859) do Panamá, com características muito similares às de *Ophiophragmus brachyatis* H.L. Clark, 1915, Thomas sugeriu sinonimizar as duas espécies, como *Ophiophragmus riisei*, combinação esta que foi adotada por Hendler et al. (1995). Segundo Thomas (1962), a única característica que diferenciava os exemplares de *Amphiodia riisei* e *Ophiophragmus brachyatis* era a presença de espinhos na margem do disco deste último, porém, alegou que este era um caráter taxonômico questionável, diferentemente de Clark (1918), que trata o feixe de espinhos ao redor do disco como uma das características mais marcantes do gênero.

Essas dificuldades taxonômicas e o valor diagnóstico de cada estrutura estudada podem e devem ser revistas, a partir de descrições mais detalhadas considerando indivíduos de tamanho similar. O estudo de caracteres da morfologia externa, tradicionalmente utilizado na taxonomia de grupo, a partir de ferramentas mais modernas, como a microscopia eletrônica de varredura (MEV), assim como a adição de

novos caracteres como diagnósticos vêm se mostrando muito eficientes no estudo sistemático e separação dos taxa.

O estudo de caracteres microestruturais, em particular das placas braquiais laterais (PBL), tem se mostrado muito eficiente na separação de diferentes níveis taxonômicos dentro do grupo (THUY & STÖHR, 2011; 2016; O'HARA et al., 2014; ALITTO et al., 2018). Vértébras braquiais já são, há algum tempo, usadas na separação da classe em duas ordens (STÖHR, 2005; 2012): i) Euryalida, grupo menos diverso com apenas quatro famílias, o qual possui articulação estreptospôndila do braço, permitindo o movimento de torção espiral do mesmo e ii) Ophiurida, taxonômica e ecologicamente mais diversa, com articulação zigospôndila, que permite o movimento dos braços no plano horizontal e, conseqüentemente, a exploração mais eficiente de diferentes habitats (LECLAIR, 1996; LECLAIR & LABARBERA, 1997; KROH, 2004; STÖHR, 2005; 2012). Apesar de esta divisão taxonômica ser relativamente bem aceita, alguns estudos que analisaram os ossículos braquiais em diferentes famílias já sugerem que o tipo de articulação vertebral pode estar mais sujeito à seleção ecológica e adaptação funcional. Estudos filogenéticos recentes, envolvendo dados morfológicos e moleculares (O'HARA et al., 2014; THUY & STÖHR, 2016), não sustentam a ordem Euryalida e agrupam-na com a família Ophiuridae (Ophiurida).

Segundo Thuy & Stöhr (2011), as PBL são estruturas que revelam um elevado nível de especificidade, porém estas análises ainda apresentam problemas taxonômicos, em virtude da significativa falta de informação sobre a variabilidade morfológica destas. Estes mesmos autores mencionam que, apesar de muitas espécies cogenéricas mostrarem morfologia das PBL indistinguível, 60% das espécies aceitas são corroboradas pelas PBL, e está sempre difere de um gênero para outro. Sendo assim, recomendam fortemente a sua descrição e ilustração, juntamente com os outros caracteres tradicionalmente descritos (THUY & STÖHR, 2011). Essas são estruturas que respondem bem às identificações e classificações de ofiuroides fósseis e viventes, e têm sido utilizadas como caracteres diagnósticos adicionais, contribuindo para o melhor entendimento da história evolutiva do grupo e das suas relações de parentesco (O'HARA et al., 2014; THUY & STÖHR, 2016).

No entanto, apesar da resposta taxonômica obtida com a morfologia das placas braquiais laterais, é importante o estudo do conjunto morfológico, incluindo também placas braquiais dorsais e ventrais, espinhos braquiais e papilas orais, sendo

estas últimas uma característica historicamente muito empregada na construção de chaves de identificação (MORTENSEN, 1927; PATERSON, 1985) e separação de famílias e gêneros.

O grande número de novas ocorrências de ofiuroides registradas nos últimos anos para o Brasil (BORGES, MONTEIRO & AMARAL, 2002; 2006; BORGES & AMARAL, 2007; CAMPOS et al., 2010; MANSO, GONDIM & VENTURA, 2014; PRATA et al., 2016), de várias famílias, incluindo Amphiuridae, sugerem uma subestimativa da real riqueza de espécies no Atlântico Sul Ocidental. E o reconhecimento desta biodiversidade depende de um trabalho cuidadoso e aprofundado de taxonomia, com integração de metodologias novas corroborando as identificações.

É neste contexto que se propõe o estudo taxonômico dos gêneros *Amphiodia* (Verrill, 1899) e *Ophiophragmus* (Lyman, 1865), reavaliando caracteres diagnósticos tradicionais e incluindo outros microestruturais, relacionados aos ossículos e as placas braquiais. Tais gêneros foram escolhidos para este estudo, pois: I) possuem características diagnósticas muito próximas, que várias vezes se sobrepõem; II) coocorrem e são representativos em substrato não consolidados e biológicos (HENDLER et al., 1995; BORGES & AMARAL, 2005; GONDIM et al., 2013) e III) possuem muitos problemas taxonômicos, e de sinonímias, relacionados à dificuldade de reconhecimento e separação segura de espécies somente com base na morfologia externa tradicional.

Atualmente são registradas no Brasil cinco espécies de *Amphiodia*, *A. planispina*, *A. pulchella*, *A. trychna*, *A. habilis* e *A. riisei* (ALBUQUERQUE, CAMPOS-CREASEY & GUILLE 2001; BORGES & AMARAL, 2007; BARBOZA & BORGES, 2012), e sete de *Ophiophragmus*, *O. pulcher*, *O. luetkeni*, *O. septus*, *O. filograneus*, *O. wurdemanii*, *O. cubanus*, *O. brachyactis* (TOMMASI, 1999; BARBOZA & BORGES, 2012).

Os espécimes estudados estão tombados na coleção de Ophiuroidea do Museu de Zoologia da UNICAMP (ZUEC OPH) e Museu de Zoologia da USP (MZUSP). Espécimes do Museu de Zoologia da Universidade Federal da Bahia (MZUFBA) foram obtidos por empréstimo, e os espécimes oriundos da Florida foram doados pelo Instituto de Tecnologia da Flórida.

Foi adotada a taxonomia morfológica clássica com auxílio de bibliografia especializada e técnicas modernas de avaliação das microestruturas (TOMMASI, 1970;

BORGES, MONTEIRO & AMARAL, 2002; BORGES & AMARAL, 2005; THUY & STÖHR, 2011; STÖHR, O'HARA & THUY, 2012; O'HARA et al., 2018; ALITTO et al., 2018).

Esta dissertação está dividida em dois capítulos. O primeiro aborda o gênero *Ophiophragmus* e discute o valor diagnóstico do feixe marginal de espinhos do disco. E o segundo apresenta redescrições detalhadas, ilustrações e chave de identificação das sete espécies de *Ophiophragmus* e cinco de *Amphiodia* com ocorrência no Brasil.

Capítulo 1 – The diagnostic value of fence of papillae around the edge of the disc in *Ophiophragmus*, with comparisons and a key to species recorded from Brazil

Gisella C. S. Chagas^{1,2}, Michela Borges², Richard Turner³

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil; ² Museu de Zoologia “Adão José Cardoso”, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil; ³ Department of Ocean Engineering and Marine Sciences, Florida Institute of Technology, Melbourne, Florida, USA.

1. ABSTRACT

The most striking feature, which names the genus *Ophiophragmus*, is the fence of papillae around the disc. These are generally well developed but may also be presented as modified scales, in any case differentiating the genus. Two specimens were found in Camamu Bay, in the state of Bahia (Brazil), and were initially identified as *Ophiophragmus filigraneus*, by owing to the fence of papillae around the disc. These specimens were compared with the original description of *Ophiophragmus filigraneus* (LYMAN, 1875) and with samples from near the type locality in Florida, USA. They were also compared with original descriptions and specimens of *O. brachyactis* H.L. Clark, 1915, *O. wurdemanii* (LYMAN, 1860), *O. pulcher* H.L. Clark, 1918, *O. luetkeni* (LJUNGMAN, 1872), *O. cubanus* (A. H. CLARK, 1917), *O. septus* (LÜTKEN, 1859). The specimens of Camamu differ greatly from all *Ophiophragmus* recorded in Brazil and their characteristics approximate them to *Ophiocnida loveni* (Ljungman, 1867). After detailed studies, assessing their morphology, including microstructural characteristics, the differences between the specimens became evident, such as shape and size of dorsal scales, adoral shields, oral papillae and dorsal, ventral and lateral arm plates. Therefore, we present a detailed comparison of Brazilian species using scanning electron microscopy.

Keywords: biodiversity, Echinodermata, marine benthos, Amphiuridae, LAP (lateral arm plate).

2. INTRODUCTION

Regarded as the largest family of Ophiuroidea, the Amphiuridae is morphologically characterized by having two infradental papillae at the apex of the jaw, and also for their extremely delicate disc and arms (BORGES & AMARAL, 2005; BORGES, YOKOYAMA & AMARAL, 2011; O'HARA et al., 2018). Amphiurids are generally members of the infauna associated with soft sediments and may bury themselves using their long and defined arms, often used as a food source by several other marine species (HENDLER et al., 1995). Amphiuridae comprises 487 species distributed in 28 genera (STÖHR, O'HARA & THUY, 2017). The genus *Ophiophragmus* is restricted to the American continents (tropical to temperate Atlantic and Pacific oceans) (HENDLER et al., 1995), except for one West African species. The genus currently includes 18 species.

Lyman (1865) erected the genus *Ophiophragmus* for three species described as *Amphiura* that differ from the parent genus most distinctively by having a fence of papillae around the edge of the disc. These are generally well developed but may also be presented as modified scales, in any sense, until then differentiating *Ophiophragmus* from other genera.

Clark (1918) treats the fence of papillae around the disc as one of the most striking features of the genus, but for Thomas (1962) the fence of papillae was a questionable taxonomic character.

Some species of the genus *Ophiophragmus* have already belonged to other genera of Amphiuridae, such as *Amphiura*, *Amphiodia* and *Ophiocnida*, for instance as *Ophiophragmus filigraneus*, which was initially called *Ophiocnida filigranea* (LYMAN, 1875) and *Ophiophragmus cubanus* (CLARK, 1917), which was originally described as *Ophiocnida cubana*, reallocated by Thomas (1963) in the genus *Ophiophragmus* (STÖHR, O'HARA & THUY, 2018).

Ophiocnida is characterized by having the disk covered by small specks (THOMAS, 1962), however, these character are often confused with the fence of papillae of *Ophiophragmus*, causing a difficulty of separation between the two genera. As in the case of the species *Ophiocnida loveni*, which presents the dorsal disk covered only by scales, and the marginal scales around the disc have small spines (TOMMASI, 1970).

These taxonomic difficulties and the diagnostic value of this structure should be reviewed, with more detailed descriptions considering individuals of similar size. The characterization of external morphology, traditionally used in group taxonomy, from more modern tools such as scanning electron microscopy (SEM), as well as the addition of new characters as diagnostics, have been shown to be very efficient in the systematic study and separation of species.

Two specimens of amphiuroids were found in Camamu Bay, State of Bahia (Brazil), and initially identified as *Ophiophragmus filigraneus* (PAIM, GUERRAZZI & BORGES, 2015). These specimens were compared with the original descriptions and with specimens of all species of the genus *Ophiophragmus* recorded from Brazil, and are not compatible with any of the species. But they resemble one species of another genus, *Ophiocnida loveni*.

Therefore, herein are for the first time, the description and illustration of the species *Ophiophragmus filigraneus* and *Ophiocnida loveni* (occurring in Brazil), including their microstructural characteristics, such as lateral arm plates and vertebrae, for purposes of comparison between these two species.

3. MATERIAL AND METHOD

Acronyms and abbreviations: Zoology Museum of the University in Campinas (ZUEC), Zoology Museum of the University of São Paulo (MZUSP), Zoology Museum of the Federal University of Bahia (MZUFBA), Harvard Museum of Comparative Zoology (MCZ), scanning electron microscopy (SEM), disc diameter (dd), adoral shields (ads), arm spine (as), bursal slits (bs), dorsal (d), dorsal arm plate (DAP), dorso-distal muscular fossae (ddmf), distal (di), dorsal groove (dg), external lateral arm plate (ELAP), fence of papillae (fp), internal lateral arm plate (ILAP), infradental papillae (ip), lateral arm plate (LAP), lateral oral papillae (lop), madreporite (ma), oral shields (os), proximal (p), perforation (pe), radial shields (rs), ventral (v), ventral arm plate (VAP), ventral groove (vg), zygosphere (z) and zygocondyle (zd).

The specimens were sampled and later preserved in alcohol 70% - in the Marau Estuary, Camamu Bay, Bahia, Brazil (13°54'14"S; 39°00'34"W), on September 13th, 2003 (PAIM, GUERRAZZI & BORGES, 2015), at 6,7m deep.

The comparative study of both the external and internal morphologies was accomplished with the aid of morphometric techniques and SEM (STÖHR, 2011).

Through a stereomicroscope ZEISS and the Axion Vision program, measurements were taken of the dd, the length and width of the radial shields, length of the second arm spine at the third free arm segment, the oral diameter, the length and width of the first and second ventral arm plate and the third free dorsal arm plate.

For detailed studies of arm ossicles with SEM, a fragment of each arm, between the second and tenth segment, was used (STÖHR, CONAND & BOISSIN, 2008). Each fragment was immersed in a concentration of regular household bleach (NaClO) until the soft tissues were removed (ALITTO et al., 2018). The disarticulated ossicles were then washed with distilled water and 90% ethanol. After the ossicles were air-dried, the samples were mounted on aluminum stubs, covered with a layer of gold and photographed using an electronic microscope scan model JEOL JSM5800LV.

The specimens were deposited in ZUEC, Brazil. All data can be accessed at *speciesLink* (CRIA) (<http://splink.cria.org.br/manager/detail?setlang=pt&resource=ZUEC-OPH>).

The specimens were compared with the original description of *Ophiophragmus filigraneus* (LYMAN, 1875) and with samples from near the type locality (Florida). They were also compared with original descriptions and samples of *O. brachyactis* H.L. Clark, 1915, *O. wurdemanii* (LYMAN, 1860), *O. pulcher* H.L. Clark, 1918, *O. luetkeni* (LJUNGMAN, 1872), *O. cubanus* (A. H. CLARK, 1917) and *O. septus* (LÜTKEN, 1859). In addition, they were compared to the *Ophiocnida loveni* (Ljungman, 1867), also found in Bahia, Brazil (MAGALHÃES et al., 2005).

4. RESULTS

Taxonomy

Order Ophiurida Müller & Troschel, 1840
Amphiuridae Ljungman, 1867

Ophiophragmus Lyman, 1865

Type species: *Ophiophragmus wurdemanii*

Diagnosis of the genus: Disk small and delicate, with uncovered radial shields, and covered with naked scales; the scales along the edge of the disk are turned up, so as to

make a little fence of papillae. Three lateral oral papillae. Arms slender, even, more or less flattened. Lateral arm plates with short and regular spines (LYMAN, 1865).

Ophiophragmus filograneus
(Figure 1)

Ophiocnida filogranea Lyman, 1875.

Locality type. Florida, United States.

Examined material. 29 specimens of *Ophiophragmus filograneus* (ZUEC OPH 1904, Alligator Harbor, Florida, United States, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 2681, Titusville, Florida, United States, marine benthos; ZUEC OPH 2682, Indian River, Florida, United States, marine benthos).

Comparative material. 13 specimens of *Ophiophragmus pulcher* (ZUEC OPH Ref. 124); 2 specimens of *O. wurdemanii* (ZUEC OPH 1906, Sanibel Island, Florida, United States, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 2443, Paranagua Bay, Palanganas, Parana, Brazil, under loose rocks); 16 specimens of *O. luetkeni* (ZUEC OPH Ref. 108, ZUEC OPH 280, Caraguatatuba, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 2269, Araçá Bay, São Sebastião, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 2307, Araçá Bay, São Sebastião, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 472, Ubatuba, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 2346, Araçá Bay, São Sebastião, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 338, Praia da Fazenda, Ubatuba, São Paulo, Brazil, marine benthos, beach; ZUEC OPH 340, Praia da Fazenda, Ubatuba, São Paulo, Brazil, marine benthos, beach; ZUEC OPH 282, Ubatuba, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 1199, Pará-Maranhão, Pará-Maranhão Basin, Brazil, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 2316, Araçá Bay, São Sebastião, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 1326, Internal platform, São Sebastião, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral; ZUEC OPH 103, Ubatuba, São Paulo, Brazil, marine benthos; ZUEC OPH 490, Ubatuba, São Paulo, Brazil, marine benthos, fital; ZUEC OPH 302, Caraguatatuba, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral); 1 specimen of *O. brachyactis* (ZUEC OPH 48, Ubatuba, São Paulo, Brazil, marine benthos, infralittoral); 3 specimens of *O. cubanus* (MZUSP 1624, MZUSP 1628, MZUSP 1629), 1 specimen of *O. septus* (MZUFBA 01145), and 9 specimens of *Ophiocnida loveni* (ZUEC OPH 2370).

Description: Circular disc outline, covered by fine and imbricated scales. Evident primary plates, larger dorsal center side. Radial shields longer than wider, separated proximally by two or three contiguous scales, the distal narrower. Disk edge circumvented by a beam of small thorns (Fig. 1A). Ventral inter-radial surface covered by small papilliform granules. Short and wide bursal slits (Fig. 1B). Sub-lozenges oral shields, as broad as long. Adoral shields attached in the proximal portion. Two lateral oral papillae, distal greater. A pair of robust, infradental papillae separated from each other (Fig. 1C). Dorsal arm plates two to three times wider than longer, rounded distal edge (Fig. 1D) hexagonal ventral arm plates (Fig. 1E); lateral arm plates very weakly concave, there are three spine articulations that sustain three sub-axial thorns (Figs. 1F, G), with denser stereom outer edge (Fig. 1F) and slightly denser stereom and large perforation large on inner edge (Fig. 1G). In the first ten brachial segments, median thorn is dentilled at the end. Two tentacular scales. Zygospondylous vertebra (Figs. 1H and I): distal face with zyphosphene as long as wide (Fig. 1I). Dorsal face with a slight depression in the dorsal groove (Fig. 1J). Ventral face with oval depression in the ventral groove (Fig. 1K).

Habitat: Found on quartz sand, muddy sand, fine sand and calcareous algae with gravel (ALBUQUERQUE, 1986).

Geographical distribution: Atlantic Ocean: United States (Florida) (THOMAS, 1962), Belize and Brazil (ALVARADO & SOLÍSMARÍN, 2013). In Brazil, in the states of Amapá, Pará and Maranhão (ALBUQUERQUE, 1986).

Bathymetric distribution: From 0 to 80 meters, being more abundant in 50 m deep (ALBUQUERQUE, 1896; ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

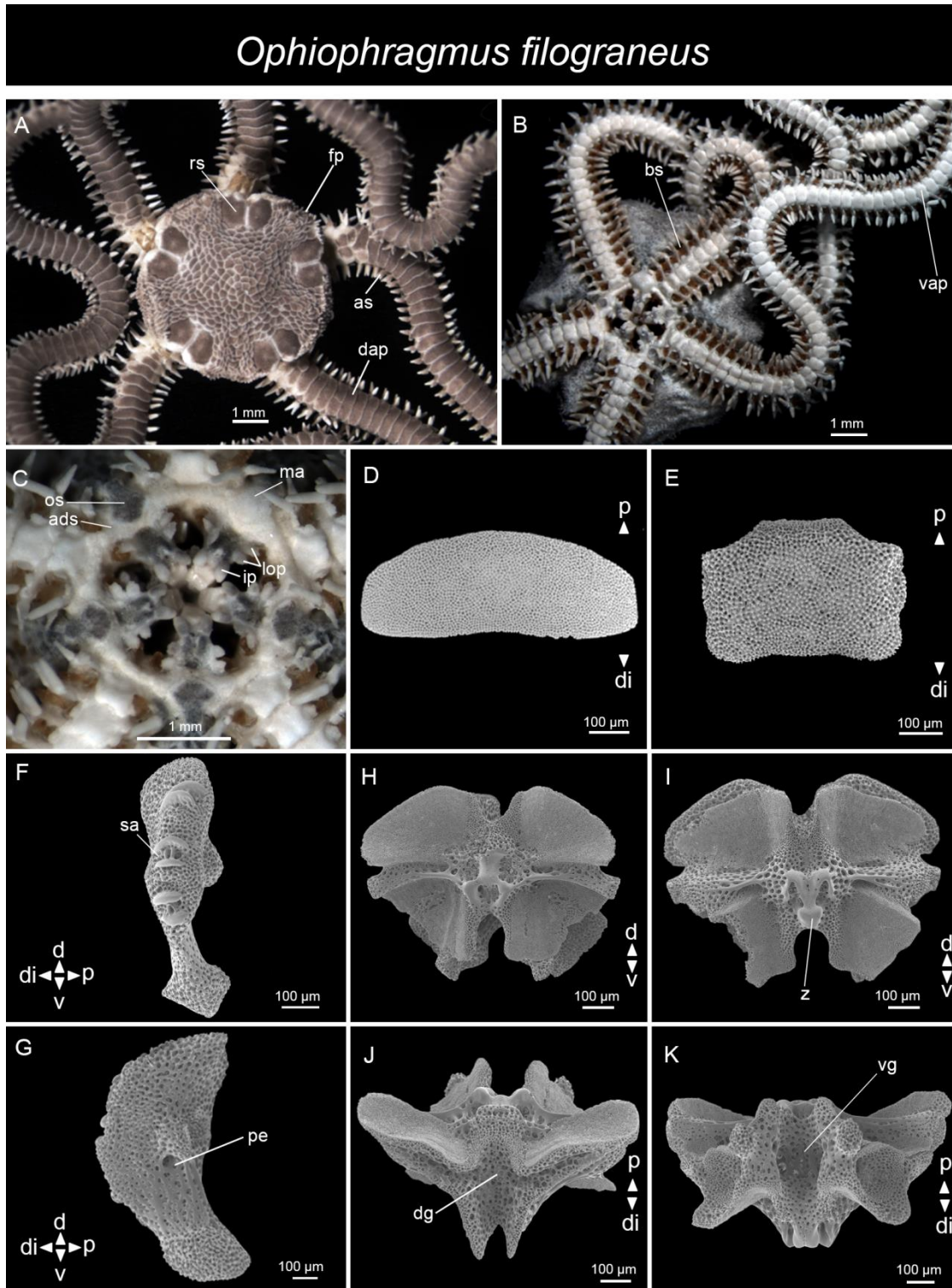


Figure 1 – *Ophiophragmus filigraneus* (ZUEC OPH 2682). A) Dorsal surface; B) Ventral surface; C) detail of oral region; D) dorsal arm plate E) ventral arm plate; F) lateral arm plate (external face); G) lateral arm plate - internal face; H) vertebra - proximal face; I) vertebra - distal face; J) vertebra - dorsal face; K) vertebra - ventral face. Photos in stereomicroscope: A to C, scale 1 mm. Pictures in SEM: D to K, scale 100 µm. Adoral shields (ads), arm spine (as), bursal slits (bs), dorsal (d), distal (di), dorsal groove (dg), fence of papillae (fp), infradental papillae (ip), lateral oral papillae (lop), madreporite (ma), oral shields (os), proximal (p), perforation (pe), radial shields (rs), ventral (v), ventral groove (vg), zygosphenes (z).

Ophiocnida Lyman, 1865

Type specie: *Ophiocnida hispida* (Le Conte, 1851).

Diagnosis of the genus: There are three contiguous oral papillae. Disk small and delicate with the dorsal surface with divergent naked radial shields and scales naked and overlapping which are covered by short spinules. The arms bear one or two tentacle scales, (usually two) and three to five spines on each side of lateral arm plate. Arm spines short and regular arranged along the sides of the latera arm plates. Two genital slits in each interbrachial space (LYMAN, 1865; THOMAS, 1962).

***Ophiocnida loveni* (Ljungman, 1867)**
(Figure 2)

Ophiophragmus loveni Ljungman, 1867.

Type locality. Rio de Janeiro, Brazil.

Examined material. 2 specimens of *Ophiocnida loveni* (ZUEC OPH 1018 - initially identified as *Ophiophragmus filograneus*); 9 specimens of *Ophiocnida loveni* (ZUEC OPH 2370).

Description: Circular disc with a flat surface, covered by irregular and little imbricating scales. Evident primary plates, of similar size to the others. One or two bigger scales in the interradiar distal region. Radial shields twice as long as wide, proximally separated by one triangular large scale and distally in contact. Short fence of tapered papillae at the edge of the disc, papilliform, visible dorsally and ventrally (Fig. 2A). Ventral interradius covered by small papilliform granules. Narrow bursal slits (Fig. 2B). Adoral shields all in contact, forming a continuous ring around the mouth. Oral shields ranging from sub-pentagonal to diamond, with proximal angle acute and a distally rounded portion. Triangular adoral shields, wider distally and united proximally at the acute proximal portion of the oral shield. Two rounded lateral oral papillae, distal longer than the proximal. A pair of infradental papillae slightly separated from one another, of similar size to the contiguous lateral oral papillae. (Fig. 2C). Dorsal arm plates 1.5 times as wide as long, with rounded lateral edges (Fig. 2D); ventral arm plates pentagonal, with acute proximal angle and a bump on the lateral distal edge (Fig. 2E); strongly concave lateral arm plates, with the ventral portion projecting ventro-proximally and with three arm spine articulations. Stereom externally less dense at the distal edge and denser at the proximal edge and internally denser at the distal edge and less dense at the

proximal edge. There are three spine articulations that sustain three sub-axial thorns. Perforation small inner side (Fig. 2F, G), with three arm spine, being the median is 0.2 mm. Two tentacle scales. Zygospondylous vertebrae and non-keeled: narrow proximal-distal angle. Proximal face of vertebrae without large groove on the dorsal-distal muscular fossae (Fig. 2H). Zygocondyles dorsalwards protuberant and zygosphenes as long as wide (Fig. 2I) Dorsal face of the vertebra with a shallow dorsal groove and revealing deep dorso-distal muscular fossae (Fig. 2J). Ventral face with a groove deeper than the dorsal groove (Fig. 2K).

Habitat: Benthonic species, collected under rocks, associated with algae and on sandy substratum (PAIM, GUERRAZZI & BORGES, 2015; BUENO, 2015).

Geographical distribution: Rio de Janeiro and Bahia (LJUNGMAN, 1867, TOMMASI, 1970; MAGALHÃES et al., 2005).

Bathymetric distribution: from 5 to 8 m deep (TOMMASI, 1970).

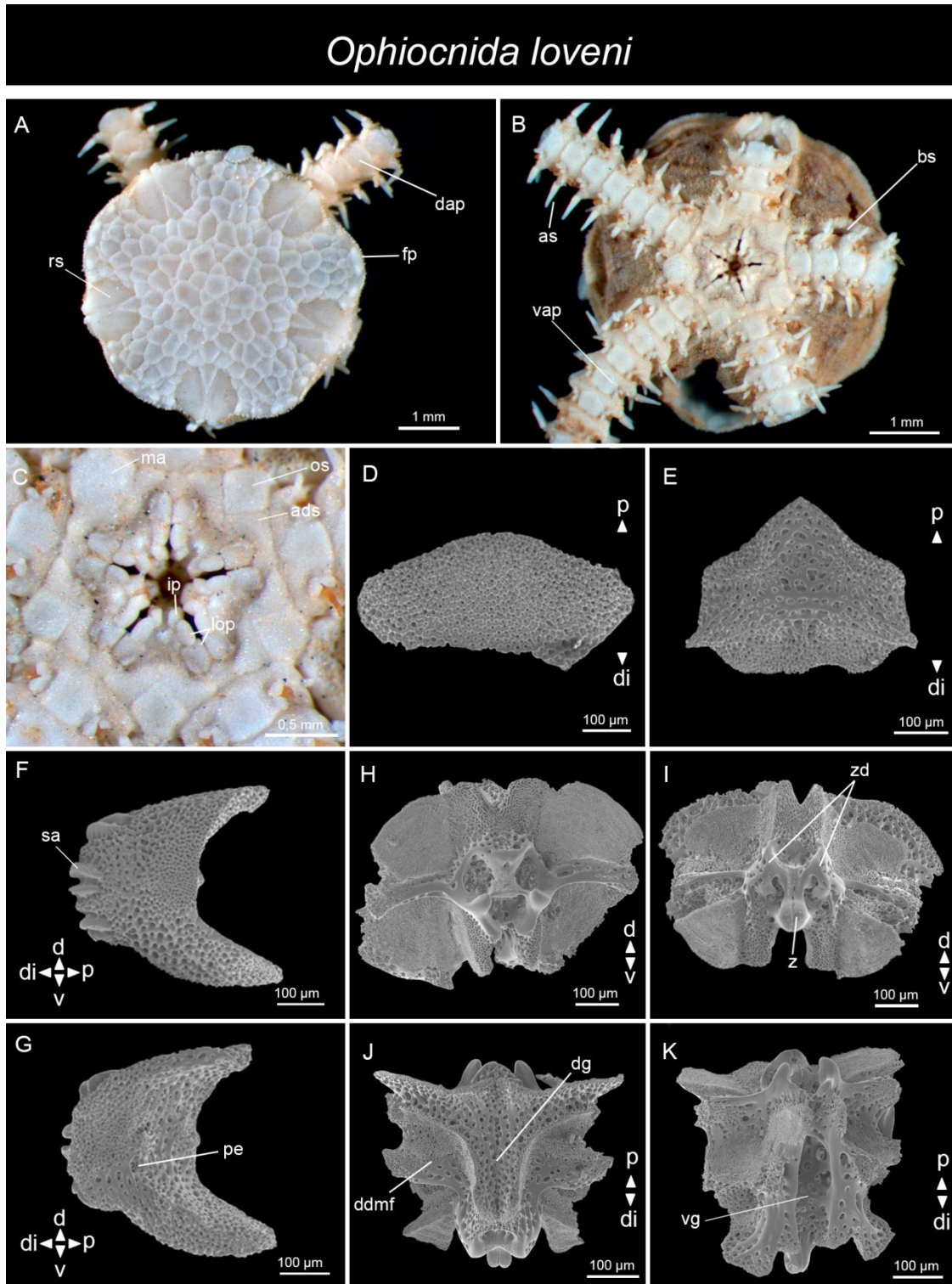


Figure 2 – *Ophiocnida loveni* (ZUEC OPH 1018). A) Dorsal surface; B) Ventral surface; C) detail of oral region; D) dorsal arm plate; E) ventral arm plate; F) lateral arm plate - external face G) lateral arm plate – internal face; H) vertebra - proximal face; I) vertebra - distal face; J) vertebra - dorsal face; K) vertebra - ventral face. Photos in stereomicroscope: A to C, scale 1 mm. Pictures in SEM: D to K, scale 100 µm. Adoral shields (ads), arm spine (as), bursal slits (bs), dorsal (d), distal (di), dorsal groove (dg), fence of papillae (fp), infradental papillae (ip), lateral oral papillae (lop), madreporite (ma), oral shields (os), proximal (p), perforation (pe), radial shields (rs), ventral (v), ventral groove (vg), zygosphene (z) and zygocondyle (zd).

Identification Key to the species of *Ophiophragmus* from Brazil

1. Black line on the dorsal surface of the arm. *Ophiophragmus septus*
- No black line on the dorsal surface of the arm. 2
2. Disc covered by spines. Lateral arm plate with spinning on the arm spine articulation *O. cubanus*
- Disc without spines. Lateral arm plate without spinning on the arm spine articulation. 3
3. Ventral surface of the disc covered by papilliform granules. 4
- The ventral surface of the disc covered by imbricated scales 5
4. Disc with robust dorsal surface, with imbricated scales. Hexagonal ventral arm plate, with straight proximal portion, lateral arm plate weakly convex *O. filograneus*
5. Rounded and contiguous radial shields *O. brachyactis*
- Radial shields sharpened and spaced proximally. 6
6. Oral shields oval shaped and adoral shields curved. *O. wurdemanii*
- Oral shields arrowhead shaped. 7
7. Fence of papillae short and sturdy. *O. pulcher*
- Fence of papillae fine and long *O. luetkeni*

5. TAXONOMIC RELATIONS AND DISTINCTIVE FEATURES

Specimens initially identified as *Ophiophragmus filograneus*, collected in Camamu Bay (Bahia, Brazil) and registered in the scientific collection of the Zoology Museum of UNICAMP (ZUEC OPH) were reassessed and reidentified as *Ophiocnida loveni*, based on specialized literature and comparative material (LYMAN, 1875; CLARK, 1915; TOMMASI, 1970; BUENO, 2015).

Currently, seven species of *Ophiophragmus* have already been recorded in Brazil: *Ophiophragmus filograneus* (ALBUQUERQUE, 1986), *O. brachyactis* (TOMMASI, 1999), *O. wurdemanii* (MAGALHÃES et al., 2005), *O. pulcher* (TOMMASI, 1974), *O. luetkeni* (TOMMASI, 1965), *O. cubanus* (ALBUQUERQUE, 1986) and *O. septus* (MAGALHÃES et al., 2005); and three species of *Ophiocnida*, *O. loveni*, *O. scabra* and *O. scabriuscula*, the latter two being morphologically very different from the specimens analyzed here, especially in relation to the disc cover.

Ophiophragmus filigraneus (Figs. 3C, D) is characterized for having the ventral surface covered by papilliform granules, similarly to *Ophiocnida loveni* (Fig. 3 A, B). However, there are great differences in the shape and stereom of the LAP.

Other species of *Ophiophragmus* were examined: *O. brachyactis* (Figs. 3 E, F) and *O. wurdemanii* (Figs. 3G, H) differ because they present very small scales throughout the dorsal disc surface (THOMAS, 1962). Besides, *O. wurdemanii* also presents the circular surrounding oral region. *Ophiophragmus pulcher* (Figs. 4 A, B) differs mainly due to its imbricated scales in the robust disc and *O. luetkeni* (Figs. 4 C, D) differs in the disc, supporting interradianal recesses, small and imbricated scales, and sharp and aligned marginal scales (TOMMASI, 1965). *Ophiophragmus septus* (Figs. 4 E, F) is characterized by presenting a black line on the dorsal surface of arm plate, which may also be present on the ventral surface (THOMAS, 1962) and *O. cubanus* (Figs. 4 G, H) is characterized by its large disc, which holds spines between the scales (THOMAS, 1963; ALBUQUERQUE, 1986) and in the morphology of the lateral arm plate.

Lyman (1865) determined the new genus *Ophiocnida* as diagnostic characteristic of the scales around the disc with “small thorns”. The first species included in this genus was *O. hispida* after *Ophiolepis hispida* (Le Conte, 1851). In 1875, this same author describes *Ophiocnida filigranea*, currently *Ophiophragmus filigraneus*. Lyman (1865) determined the genus *Ophiophragmus* as diagnostic characteristic the scales along the edge of the disc is facing upward, forming a small fence, and *Ophiophragmus filigraneus* with its main characteristic papilliform granules in the ventral part of the disc. In fact, it is the only species of *Ophiophragmus* with this characteristic, however, we emphasize that the morphology of lateral arm plate is essential for its identification, since there are species in another genus of Amphiuridae with this characteristic.

On the other hand, in the description of Ljungman (1867), *Ophiocnida loveni* presents three oral papillae, arranged in a continuous, distal one scale-like and at the margin of the disk with thorns or granules, as our specimen.

Although they have similar fence of papillae, *Ophiophragmus filigraneus* and *Ophiocnida lonevi* herein presents striking differences each other, mainly with regards to the shape of the VAP, LAP and DAP (Fig. 5), the ventral coverage of the disc, the adoral and oral shields, the oral papillae (Figs. 3 e 4). *Ophiocnida loveni* has

large dorsal scales on the disc, different than those of the species of the *Ophiophragmus*, as well as contiguous lateral oral papillae with the infradentals closing the mouth almost completely (Figs. 3A e B). Table 1 shows the main differences between the species of *Ophiophragmus* recorded in Brazil and *Ophiocnida loveni*.

The study of microstructural characteristics such as the vertebrae and arm plates of Ophiuroidea has proved to be extremely effective separating different taxonomic levels within the group (THUY & STÖHR, 2011; 2016; O'HARA et al., 2014; ALITTO et al., 2018). In the case, this paper was essential for the delimitation of the species *Ophiophragmus filigraneus* and *Ophiocnida loveni* (Fig. 5).

Through the morphological analysis of the specimens from Camamu Bay and their comparison to the descriptions of other species found in literature, we concluded that fence of papillae is a questionable taxonomic character and should be better evaluated and more fully described, always in conjunction with other characters for the separation of *Ophiophragmus* species. Therefore, the use and the study of microstructural characters as dorsal, ventral and lateral arm plates for genre separation are strongly recommended.

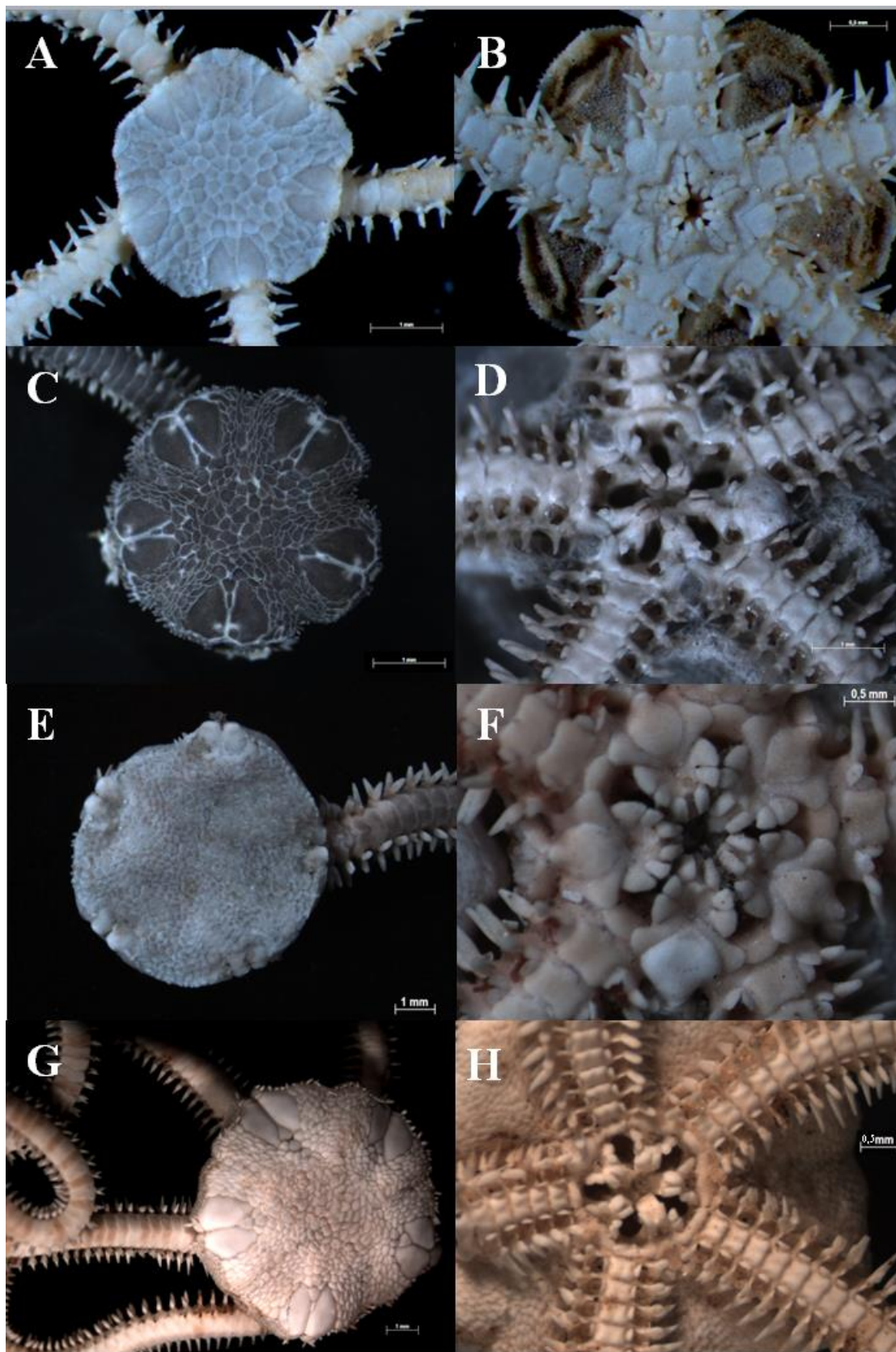


Figure 3 - *Ophiocnida loveni* (ZUEC OPH 1018): A) dorsal view B) ventral view. *Ophiophragmus filigraneus* (ZUEC OPH 2682): C) dorsal view D) ventral view. *Ophiophragmus brachyactis* (ZUEC OPH 48): E) dorsal view; F) ventral view. *Ophiophragmus wurdemanii* (ZUEC OPH 1906): G) dorsal view; H) ventral view.

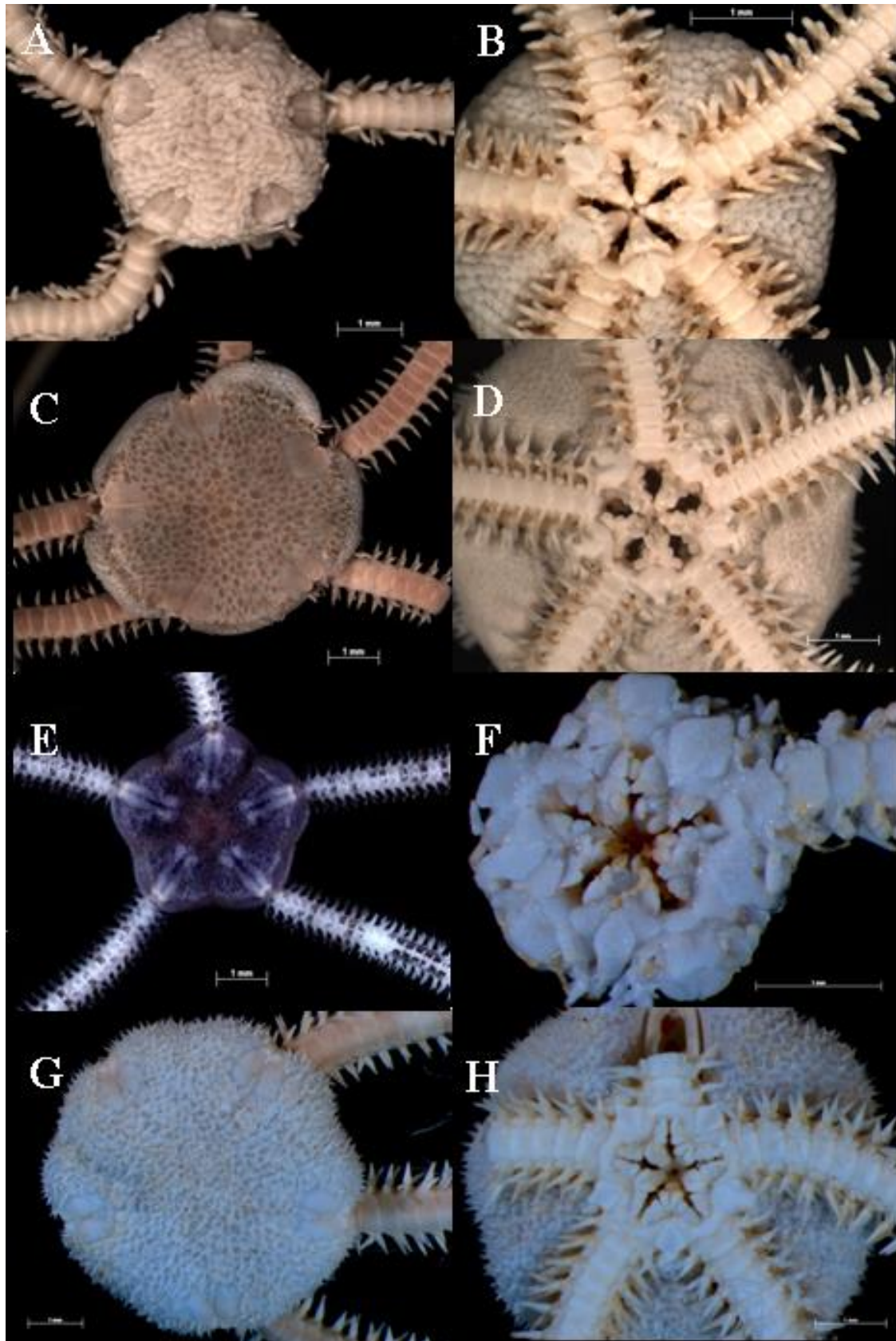


Figure 4 – *Ophiophragmus pulcher* (ZUEC OPH Ref. 124): A) dorsal view, B) ventral view. *Ophiophragmus luetkeni* (ZUEC OPH Ref 108): C) dorsal view, D) ventral view. *Ophiophragmus septus*: E) dorsal view (HENDLER et al., 1995), F) ventral view (MZUFBA 01145). *Ophiophragmus cubanus* (MZUSP 1629): G) dorsal view H) ventral view.

Table 1 – Principal differences between the *Ophiophragmus* recorded in Brazil (DAP = dorsal arm plate; VAP = ventral arm plate; LAP = lateral arm plate).

Species	Dorsal surface	Fence of papillae	Ventral surface	Oral shield	DAP	VAP	LAP
<i>Ophiocnida loveni</i>	Large scales and no spines	Short and fine	Papilliform granules	Diamond	Protruding proximal border		Wide and quite curved
<i>Ophiophragmus filograneus</i>	Small scales and no spines	Long and fine	Papilliform granules	Arrowhead	Wide and sub-rectangular		Thin and slightly curved
<i>Ophiophragmus brachyactis</i>	Small scales and no spines	Short and robust	Small and imbricated scales	Arrowhead	Wide and rectangular		Thin and slightly curved
<i>Ophiophragmus wurdemanii</i>	Small scales and no spines	Short and robust	Small and imbricated scales	Oval	Wide and rectangular		Thin and slightly curved
<i>Ophiophragmus pulcher</i>	Small scales and no spines	Short and robust	Imbricated scales	Arrowhead	Wide with rounded edges		Thin and slightly curved
<i>Ophiophragmus luetkeni</i>	Small scales and no spines	Fine and long	Small and imbricated scales	Arrowhead	Wide and sub-rectangular		Slightly curved
<i>Ophiophragmus cubanus</i>	Small scales and spines	Short and fine	Small Scales and spines	Arrowhead	Oval with rounded edges		Robust and slightly curved
<i>Ophiophragmus septus</i>	Small scales and no spines	Short and robust	Imbricated scales	Arrowhead	Rectangular with rounded edges		Slightly curved

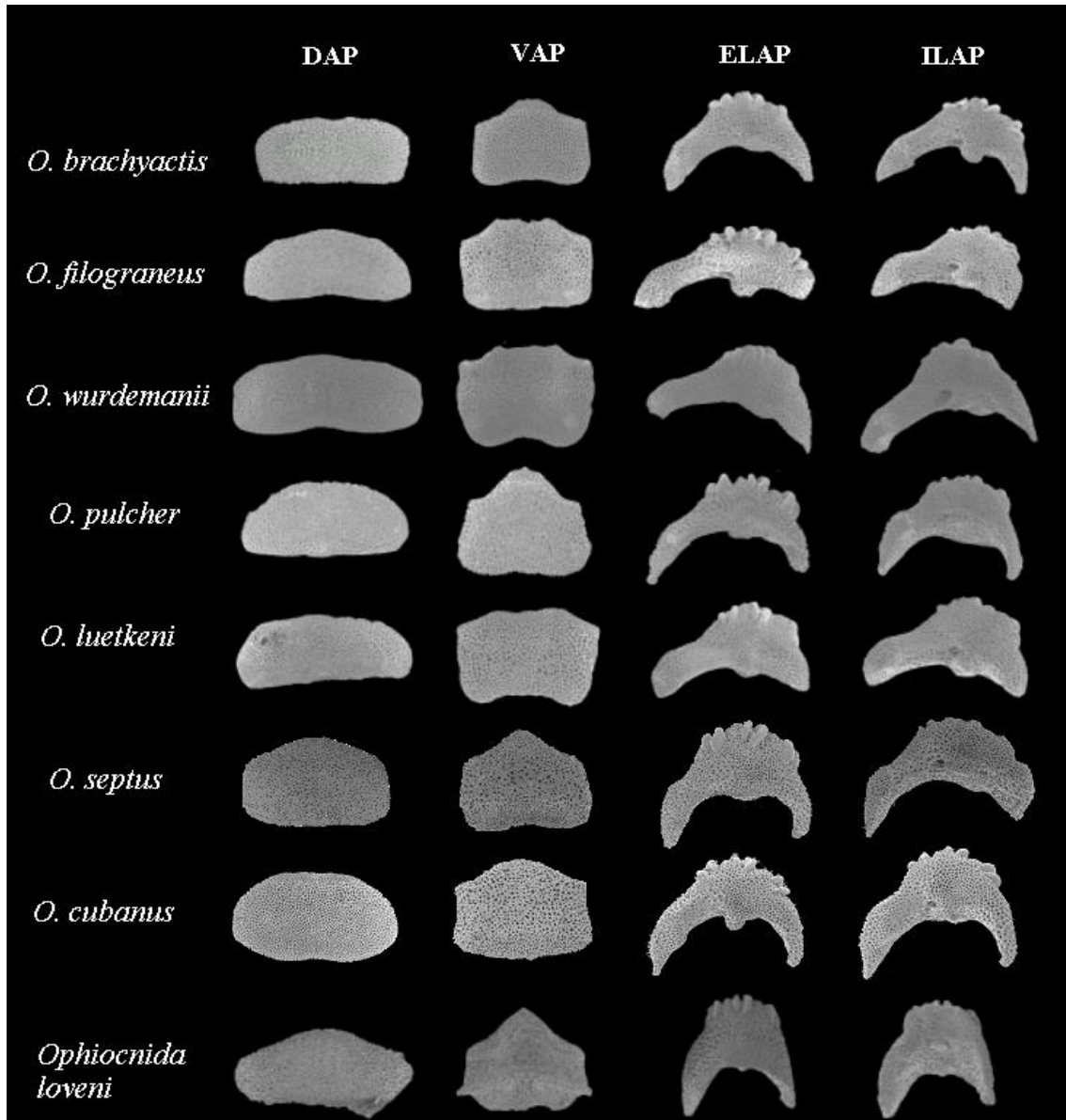


Figure 5 – Comparison of different species of *Ophiophragmus* and the *Ophiocnida loveni* arm plates. DAP: dorsal arm plate; VAP: ventral arm plate; ELAP: External lateral arm plate; ILAP: internal lateral arm plate.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank several people and institutions for their assistance with this project. Specimens of *Ophiophragmus cubanus* and *O. septus* were provided to us on loan from MZUSP and MZUFBA, respectively. The Gordon Hendler (Natural History Museum of Los Angeles County) gave permission to use an image of *O. septus* (Fig. 3M). In addition, Priscilla Mello Figueiredo assisted with translation, and Renata Alitto (UNICAMP) provided technical support.

Capítulo 2 – Estudos detalhados de *Amphiodia* Verrill, 1899 e *Ophiophragmus* Lyman, 1865 com ocorrência no Brasil (Amphiuridae, Ophiuroidea) trazem novos caracteres diagnósticos

Gisella C. S. Chagas ^{1,2}, Michela Borges ²

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil; ² Museu de Zoologia “Adão José Cardoso”, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil.

1. RESUMO

Dentre os Amphiuridae, os gêneros *Ophiophragmus* e *Amphiodia*, são taxa filogeneticamente próximos e apresentam problemas taxonômicos, como diagnoses sobrepostas, delimitações inconsistentes de espécies e sinonímias. O objetivo desse trabalho é estudar as espécies brasileiras dos gêneros em questão, revisar o *status* taxonômico de cada uma delas, a fim de esclarecer possíveis problemas de sinonímia. A grande relevância de nosso trabalho é a inclusão de caracteres microestruturais relacionados aos ossículos e placas braquiais para complementar os caracteres taxonômicos tradicionais, como por exemplo, espinhos nos botões de articulação do espinho na placa braquial lateral. Os resultados deste trabalho contribuirão para a correta identificação de espécies dos referidos gêneros e assim para o conhecimento da biodiversidade dos Ophiuroidea com ocorrência no Brasil, fornecendo informações seguras e detalhadas inclusive para estudos filogenéticos.

Palavras-chave: Biodiversidade, Echinodermata, taxonomia, placas braquiais.

2. ABSTRACT

Among the Amphiuridae, the genera *Ophiophragmus* and *Amphiodia* are phylogenetically close and present taxonomic problems, as overlapping diagnoses, inconsistent species boundaries and synonymy troubles. Our aim was to study the Brazilian species of the genera in question, reviewing the taxonomic status, in order to clarify possible synonymy problems. The great relevance of our work is the inclusion of microstructural characters related to the ossicles and arm plates to complement traditional taxonomic characters, such as spines in arm spine articulation in the lateral arm plate. The results of this work will contribute to the correct identification of very

similar species for these genera to the knowledge of the biodiversity of Ophiuroidea occurring in Brazil, providing safe and detailed information including and for phylogenetic studies.

Key words: Biodiversity, Echinodermata, Taxonomy, arm plates.

3. INTRODUÇÃO

A família Amphiuridae é caracterizada por gêneros e espécies com variações acentuadas durante o crescimento dos indivíduos, provocando conflito na identificação de exemplares com diâmetros do disco diferentes (TOMMASI, 1970; MANZO, ALVES & MARTINS, 2008). Alguns gêneros desta família têm características morfológicas muito próximas e frequentemente as descrições originais mencionam caracteres diagnósticos que se sobrepõem, dificultando a segura identificação e separação das espécies.

Um exemplo disso pode ser observado em algumas espécies dos gêneros *Amphiodia* Verrill, 1899 e *Ophiophragnus* Lyman, 1865. Apesar de apresentarem diagnose similar, eles possuem algumas diferenças, como por exemplo, um feixe ou franja de espinhos na margem do disco, presente em *Ophiophragnus* e ausente em *Amphiodia* (CLARK, 1918). No entanto, na falta desses espinhos marginais, que podem ser facilmente perdidos durante o manuseio em coletas, é necessário observar outras estruturas como escamas dorsais, ventrais, escudos radiais, orais, adorais e papilas orais (THOMAS, 1962).

Devido à necessidade de um refinamento taxonômico com relação às espécies de *Amphiodia* e *Ophiophragnus* com ocorrência no Brasil, o objetivo deste trabalho é reconhecer, descrever e discutir as características morfológicas diagnósticas, externas e internas (ossículos e placas braquiais), com nível de detalhamento que permita o real conhecimento da diversidade destas espécies.

A última compilação de ofiuróides registrados no Brasil (BARBOZA & BORGES, 2012) listou cinco espécies de *Amphiodia*: *A. planispina* (v. Martens, 1867), *A. pulchella* (Lyman, 1869), *A. trychna* H.L. Clark, 1918, *A. habilis* Albuquerque, Campos-Creasey & Guille, 2001 e *A. riisei* (Lütken, 1859), e sete de *Ophiophragnus*, *O. pulcher* H.L. Clark, 1918, *O. luetkeni* (Ljungman, 1872), *O. septus* (Lütken, 1859), *O. filograneus* (Lyman, 1875), *O. wurdemanii* (Lyman, 1860), *O. cubanus* (A. H. Clark, 1917) e *O. brachyactis* H.L. Clark, 1915.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Acrônimos e abreviações: Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC), Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), Museu de Zoologia da Universidade Federal da Bahia (MZUFBA), microscopia eletrônica de varredura (MEV), diâmetro do disco (dd), articulação do espinho (ae); dorsal (d); distal (di); escudo adoral (ead); espinho (e); espinulações (es); escudo oral (eo); escudo radial (er); fenda bursal (fb); madreporito (ma); proximal (p); placa braquial dorsal (PBD); placa braquial lateral (PBL); placa braquial ventral (PBV) papila infradental (pi); papila oral (po); sulco dorsal (sd); sulco ventral (sv); ventral (v); zigosfeno (z).

Os espécimes de *Amphiodia* e *Ophiophragmus* estudados neste trabalho pertencem às coleções científicas do ZUEC, MZUSP e MZUFBA.

Com o auxílio de técnicas como a MEV, foram estudadas e comparadas morfologia interna e externa de espécimes de ambos os gêneros. Foram medidos, com auxílio do programa Axion Vision e com uma ocular micrométrica acoplada ao estereomicroscópio ZEISS: dd, comprimento e largura dos escudos radiais, comprimento do segundo espinho dorsal do terceiro segmento braquial livre, diâmetro do quadro oral, comprimento e largura da primeira e segunda placa braquial ventral e da terceira placa braquial dorsal livre.

Os adultos maiores e mais bem preservados de cada espécie foram escolhidos para fotografia com uma câmera de vídeo (ZEISS TK 1270U) montada em estereomicroscópio.

Para estudo dos ossículos braquiais em MEV, utilizou-se um fragmento de braço, entre o segundo e o décimo segmento, (STÖHR, CONAND & BOISSIN, 2008), pois há pouca variabilidade morfológica entre estes, de um ou dois exemplares de cada espécie. Cada fragmento foi submerso em uma concentração de hipoclorito de sódio a 2,5%, até que os tecidos fossem removidos (ALITTO et al., 2018). Os ossículos resultantes foram lavados com água destilada, e em seguida com álcool 99%. Depois de secos ao ar livre, foram montados em *stubs* de alumínio, metalizados em ouro e fotografados em MEV modelo JEOL JSM5800LV.

Foi adotada a taxonomia morfológica clássica com auxílio de bibliografia especializada e técnicas modernas de avaliação das microestruturas (TOMMASI, 1970; BORGES, MONTEIRO & AMARAL, 2002; BORGES & AMARAL, 2005; STÖHR,

O'HARA & THUY, 2012; THUY & STÖHR, 2011; O'HARA et al., 2018 e ALITTO et al., 2018).

5. RESULTADOS

Foram estudados 134 indivíduos. Os nomes das espécies estão de acordo com Stohr, O'Hara & Thuy (2018).

5.1. Chave de identificação das espécies de *Ophiophragmus* e *Amphiodia* do Brasil

1. Com feixe de espinhos ao redor do disco. 2
- Sem feixe de espinhos ao redor do disco. 8
2. Linha preta na superfície dorsal do braço. *Ophiophragmus septus*
- Sem linha preta na superfície dorsal do braço. 3
3. Disco coberto por espinhos dorsal e ventralmente. Placa braquial lateral com espinulações nos botões de articulação do espinho *O. cubanus*
- Disco sem espinhos. Placa braquial lateral sem espinhos nos botões de articulação . . . 4
4. Superfície ventral do disco coberta por grânulos papiliformes. *O. filigraneus*
- Superfície ventral do disco coberta por escamas imbricadas. 5
5. Escudos radiais arredondados e contíguos *O. brachyactis*
- Escudos radiais afilados e separados proximalmente 6
6. Escudo oral formato oval, escudos adoriais curvados. *O. wurdermanii*
- Escudo oral em formato ponta de flecha. 7
7. Espinhos do feixe curtos e robustos *O. pulcher*
- Espinhos do feixe longos e finos. *O. luetkeni*
8. Uma escama tentacular. *Amphiodia pulchella*
- Duas escamas tentaculares. 9
9. Espinhos braquiais em forma de pá, achatados. *A. planispina*
- Espinhos braquiais não achatados. 10
10. Espinho braquial mediano menor que o ventral e dorsal. *A. habilis*
- Espinho mediano maior que o ventral e dorsal. 11
11. Com linha de encontro das escamas dorsais com as ventrais. *A. trychna*
- Sem linha de encontro das escamas dorsais com as ventrais. *A. riisei*

5.1 Lista taxonômica

Classe OPHIUROIDEA Gray, 1840

Ordem OPHIURIDA Müller e Troschel, 1940

Família AMPHIURIDAE Ljungman, 1867

Amphiodia planispina (v. Martens, 1867)

Amphiodia pulchella (Lyman, 1869)

Amphiodia riisei (Lütken, 1859)

Amphiodia trychna H.L. Clark, 1918

Amphiodia habilis Albuquerque, Campos-Creasey & Guille, 2001

Ophiophragmus brachyactis H.L. Clark, 1915

Ophiophragmus cubanus (A. H. Clark, 1917)

Ophiophragmus filograneus (Lyman, 1875)

Ophiophragmus luetkeni (Ljungman, 1872)

Ophiophragmus pulcher H.L. Clark, 1918

Ophiophragmus septus (Lütken, 1859)

Ophiophragmus wurdemanii (Lyman, 1860)

Ordem OPHIURIDA Müller & Troschel, 1840

Família AMPHIURIDAE Ljungman, 1867

Diagnose da família: disco coberto por escamas, escudos radiais destacados. Um par de papilas infradentais no ápice da mandíbula. Braços finos e longos, com espinhos curtos e eretos. De zero a duas escamas tentaculares (TOMMASI, 1970; BORGES & AMARAL, 2005).

Gênero *Amphiodia* Verrill 1899

Espécie tipo: *Amphiodia violacea* (Lütken, 1856)

Diagnose do gênero: Um par de papilas infradental. Geralmente duas (as vezes três) papilas orais subiguais, sendo a distal geralmente um pouco maior. Disco totalmente coberto apenas por escamas. Uma ou duas escamas tentaculares (FELL, 1962; TOMMASI, 1970; ALBUQUERQUE, 1986).

***Amphiodia planispina* (v. Martens, 1867)**

(Figura 1)

Amphiura planispina v. Martens, 1867.

Nomes sinonimizados: *Diamphiodia planispina* (v. Martens, 1867); *Amphiura planispina* v. Martens, 1867.

Localidade tipo: Rio de Janeiro, Brasil.

Material examinado. 12 espécimes (MZUSP 1620, MZUSP 1621, MZUSP 1622, MZUSP 1623, MZUSP 1625, MZUSP 1626, MZUSP 1627, MZUSP 1630, ZUEC OPH 422, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentônico marinho, infralitoral, ex. 2; ZUEC OPH 424, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentônico marinho, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 2649, Praia Engenho D'Água, Ilhabela, São Paulo, Brasil, ex. 1).

Descrição

Disco. Coberto por escamas imbricadas, de tamanhos irregulares. Placa centro-dorsal evidente. Escudos radiais 1,5 vezes mais longo que largo, com a porção distal arredondada e proximal mais afilada, unidos por quase toda extensão, separados proximalmente por uma escama (Fig. 1A). Inter-rádios ventrais cobertos por escamas menores e mais imbricadas que as dorsais (Fig. 2A). Escudos orais losangulares, com porção proximal mais afilada, e distal arredondada. Escudos adoriais losangulares, unidos na extremidade proximal. Duas ou três papilas orais irregulares, distal maior. Um par de papilas infradentais retangulares, geralmente separadas uma da outra (Fig. 1C).

Braço. Placas braquiais dorsais retangulares, 2,4 vezes mais largas que longas (Fig. 1D). Placas braquiais ventrais hexagonais, um pouco mais largas que longas, com a porção proximal mais afilada, distal retilínea e de bordas arredondadas (Fig. 1E). Placas braquiais laterais côncavas, três vezes mais longas que largas, e três botões de articulação de espinho na face externa, estereoma mais denso na face interna, próximo à perfuração, com espinhos em forma de pá (Figs. 1F, G). Duas escamas tentaculares. Vértebra zigospôndila (Fig. 1H, I): face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 1I); face dorsal com leve depressão no sulco dorsal (Fig. 1J); face ventral com profunda depressão no sulco ventral (Fig. 1K).

Habitat: Encontrada em fundos de areia com conchas, fundos de areia e lodo, lodo e conchas (TOMMASI, 1970). Encontrado em fundos de lama, fundos de areia, fundos com algas e fundos com entulho (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Das Antilhas à Argentina (TOMMASI, 1970). Panamá, Colômbia, Brasil, Uruguai, Argentina, Cuba e Porto Rico (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição batimétrica: De 0 a 578 metros de profundidade (TOMMASI, 1970; ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

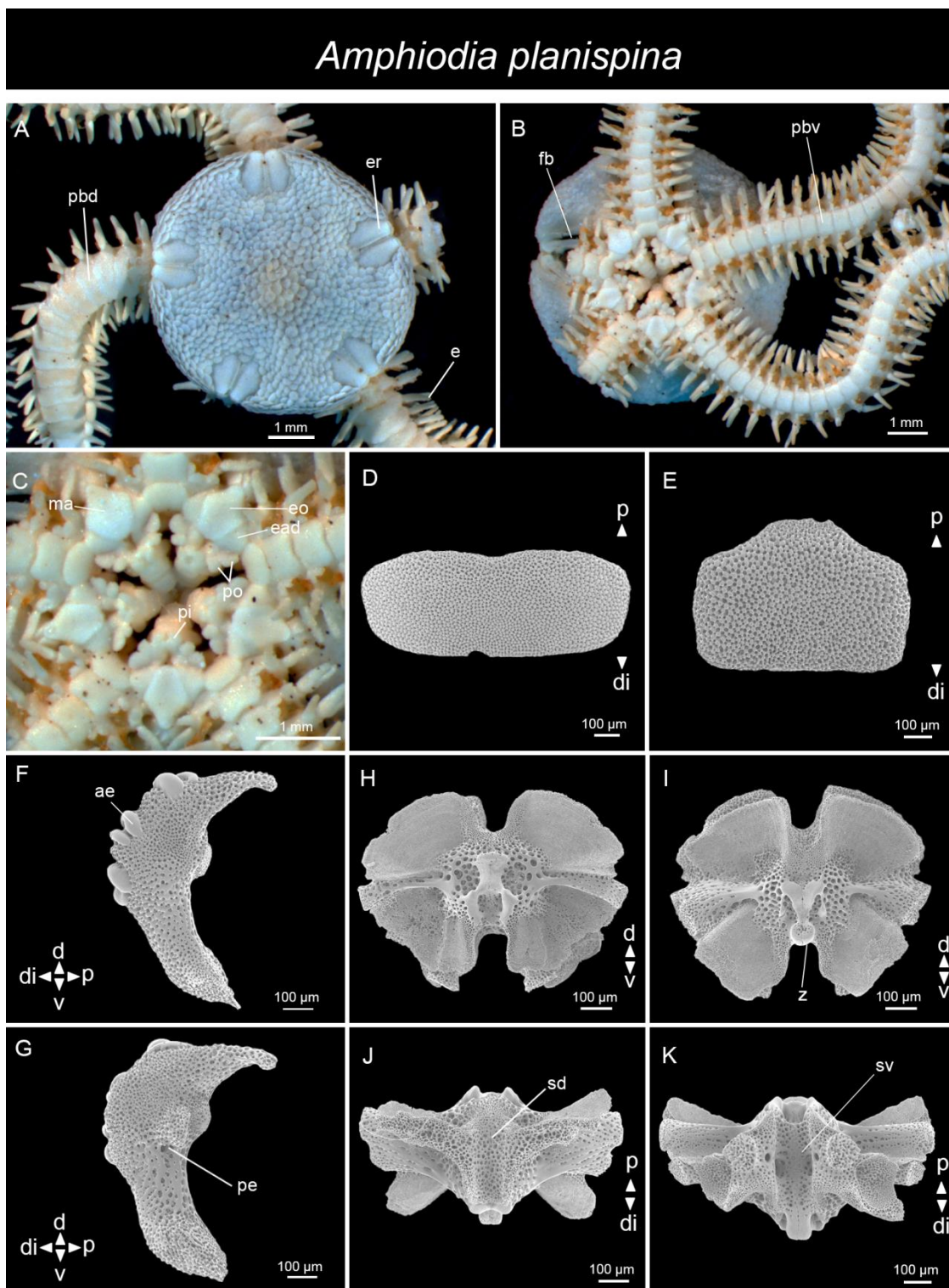


Figura 1 – *Amphiodia planispina* (MZUSP 1621). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral – lado externo; G) placa braquial lateral – lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra – lado dorsal; K) Vértebra – lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a K, escala 100 μm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; eo: escudo oral; er: escudo radial; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno.

***Amphiodia pulchella* (Lyman, 1869)**
(Figura 2)

Amphiura pulchella Lyman, 1869.

Nomes sinonimizados: *Amphiodia repens* (Lyman, 1875); *Amphiura repens* Lyman, 1875; *Amphiura pulchella* Lyman, 1869.

Localidade tipo: Flórida, Estados Unidos.

Material examinado. 39 espécimes (ZUEC OPH 99, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentônico marinhos, infralitoral, ex. 2; ZUEC OPH 104, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentônico marinhos, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 1559, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentônico marinhos, infralitoral, ex. 30; ZUEC OPH 2131, Baía do Araçá, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentônico marinho, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 2205, Baía do Araçá, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentônico marinho, infralitoral, ex. 4; ZUEC OPH 2286, Baía do Araçá, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentônico marinho, infralitoral, ex. 1).

Descrição

Disco. De contorno circular com reentrâncias inter-radiais, coberto por escamas pequenas. Escudos radiais três vezes mais longos que largos, separados na porção proximal por uma a quatro escamas (Fig. 2A). Inter-rádios ventrais com fendas bursais largas e profundas (Fig. 2B). Escudos orais losangulares, com a porção proximal mais afilada. Madreporito maior que escudos orais e mais arredondado. Escudos adorais triangulares, proximalmente separados. Duas papilas orais arredondadas, distal pouco maior que a proximal. Papilas infradentais retangulares, separadas uma da outra (Fig. 2C).

Braço. Placas braquiais dorsais semi-retangulares, duas vezes mais largas que longas, com a porção proximal mais larga, e bordas arredondadas (Fig. 2D). Placas braquiais ventrais pentagonais, quase tão longas quanto largas, com a porção proximal mais afilada, em forma de quilha (Fig. 2E). Placas braquiais laterais muito finas e curvadas, formando uma semi-circunferência, estereoma igualmente denso e três botões de articulação de espinho na face externa, e perfuração na face interna (Figs. 2F, G), que sustentam espinhos finos. Uma escama tentacular. Vértebra zigospôndila (Figs. 2H, I): face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 2I); face dorsal com depressão estreita e profunda no sulco dorsal (Fig. 2J); face ventral com depressão oval no sulco ventral (Fig. 2K).

Habitat: Encontrada em fundos de areia e lodo e areia e pedras. Ocorre frequentemente junto de *Hemipholis cordifera* e *Microphiopholis atra* (TOMMASI, 1970). Encontrada em recifes de corais, fundos de lama, fundos de rochas, fundos de areia e fundos com algas (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Estados Unidos (Florida), Golfo do México, Antilhas, Brasil (TOMMASI, 1970). México, Belize, Panamá, Uruguai, Argentina, Cuba e Porto Rico (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição batimétrica: De 0 a 370 metros de profundidade (TOMMASI, 1970; ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

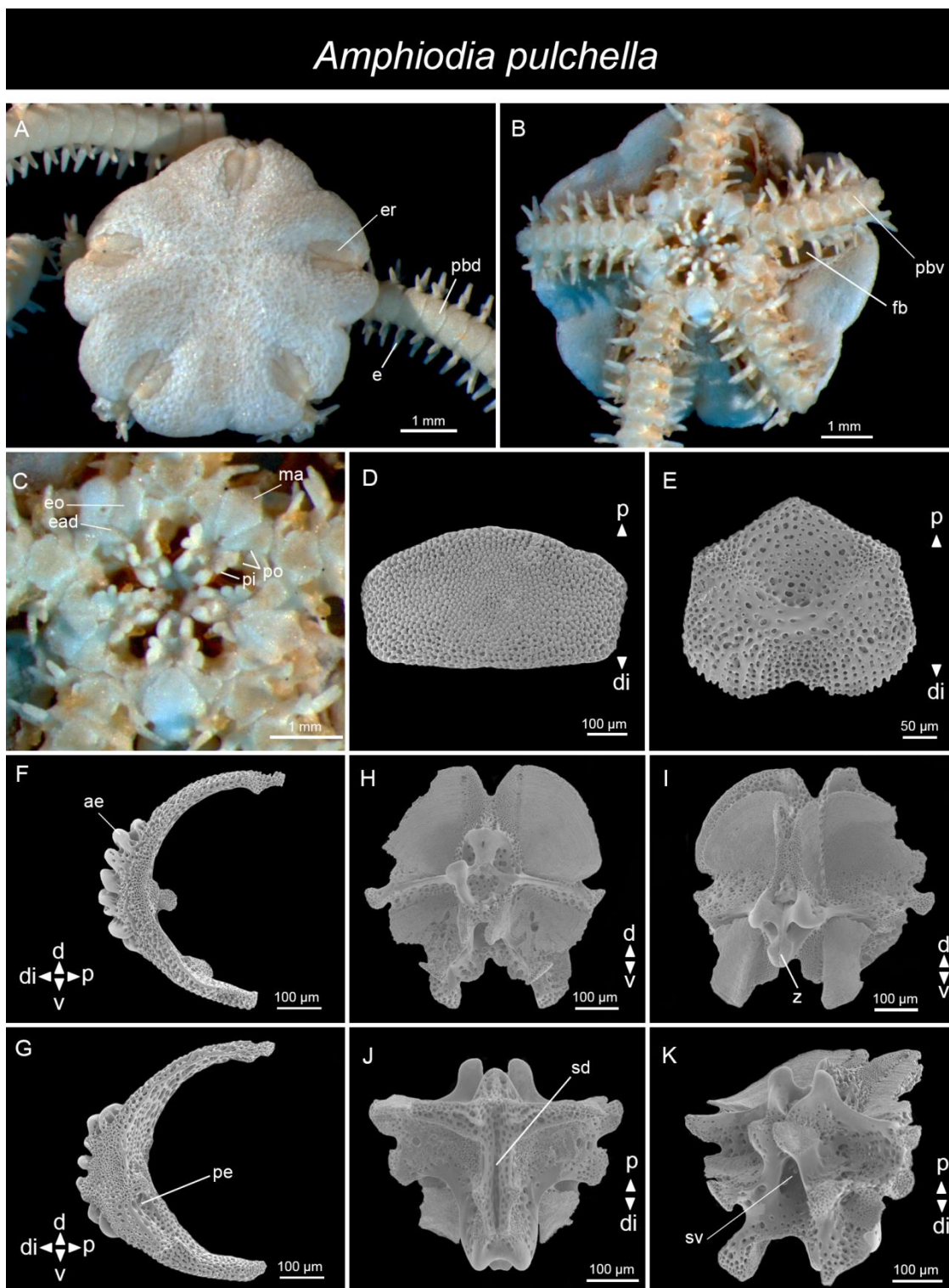


Figura 2 – *Amphiodia pulchella* (ZUEC OPH 104). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral – lado externo; G) placa braquial lateral – lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra – lado dorsal; K) Vértebra – lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a K, escala 100 µm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; eo: escudo oral; er: escudo radial; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno.

***Amphiudia riisei* (Lütken, 1859)**
(Figura 3)

Amphiura cordifera Lütken, 1859.

Nomes sinonimizados: *Amphipholis cordifera* (Lütken, 1859); *Amphipholis riisei* (Lütken, 1859); *Amphiura cordifera* (Bosc, 1802); *Amphiura riisei* (Lütken, 1859); *Ophiophragmus riisei* (Lütken, 1859); *Amphiura cordifera* Lütken, 1859.

Localidade tipo: Rio de Janeiro, Brasil.

Material examinado. 16 espécimes (ZUEC OPH 49, Ubatuba, São Paulo, Brasil, ex. 3; ZUEC OPH 129, Ubatuba, São Paulo, Brasil, ex. 3; ZUEC OPH 1332, Ubatuba, São Paulo, Brasil, ex. 8; ZUEC OPH 2252, Baía do Araçá, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentônico marinho, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 2253, Baía do Araçá, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentônico marinho, infralitoral, ex. 1).

Descrição

Disco. Com reentrâncias inter-radiais, que a confere um formato semi-pentagonal. As escamas do disco são finas e imbricadas de tamanho mediano. Placa centro-dorsal pentagonal, placas primárias evidentes. Escudos radiais um pouco mais longos que largos, arredondados, distalmente mais largos, separados na extremidade proximal por uma ou duas escamas (Fig. 3A). Inter-rádios ventrais cobertos por escamas similares as dorsais, de tamanho regular. Fendas bursais estreitas e profundas (Fig. 3B). Escudos orais losangulares. Madreporito maior que os escudos orais. Escudos adorais semi-retangulares com contornos arredondados, unidos proximalmente, de tamanho similar aos escudos orais. Duas papilas orais laterais, distal mais triangular levemente maior. Um par de papilas infradentais retangulares, separadas ou não uma da outra (Fig. 3C).

Braço. Placas braquiais dorsais semi-retangulares, duas vezes mais largas que longas, com a porção proximal arredondada nas bordas (Fig. 3D). Placas braquiais ventrais pentagonais, 1,5 vezes mais largas que longas, com a porção proximal em forma de quilha, margem distal retilínea, bordas arredondadas (Fig. 3E). Placas braquiais laterais duas vezes mais longas que largas e curvadas, e três botões de articulação de espinho na face externa, estereoma mais denso próximo à perfuração na face interna (Figs. 3F, G), que sustentam espinhos pouco robustos. Duas escamas tentaculares. Vértebra zigospôndila (Figs. 3H, I): face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 3I); face dorsal com leve depressão no sulco dorsal (Fig. 3K); face ventral com profunda depressão no sulco ventral (Fig. 3J).

Habitat: Encontrada em fundos arenosos, e de lodo com areia (TOMMASI, 1970).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Das Antilhas ao Rio de Janeiro (TOMMASI, 1970). Estados Unidos (Flórida), Antilhas (HENDLER et al., 1995). Brasil, nos estados do Amapá, Pará (ALBUQUERQUE, 1986), Bahia (MAGALHÃES et al., 2005), Rio de Janeiro e Paraná (BORGES & AMARAL, 2005).

Distribuição batimétrica: De 1 a 311 metros de profundidade (TOMMASI, 1970).

Observações: Os jovens apresentam apenas uma escama tentacular e escamas dorsais mais desenvolvidas (TOMMASI, 1970).

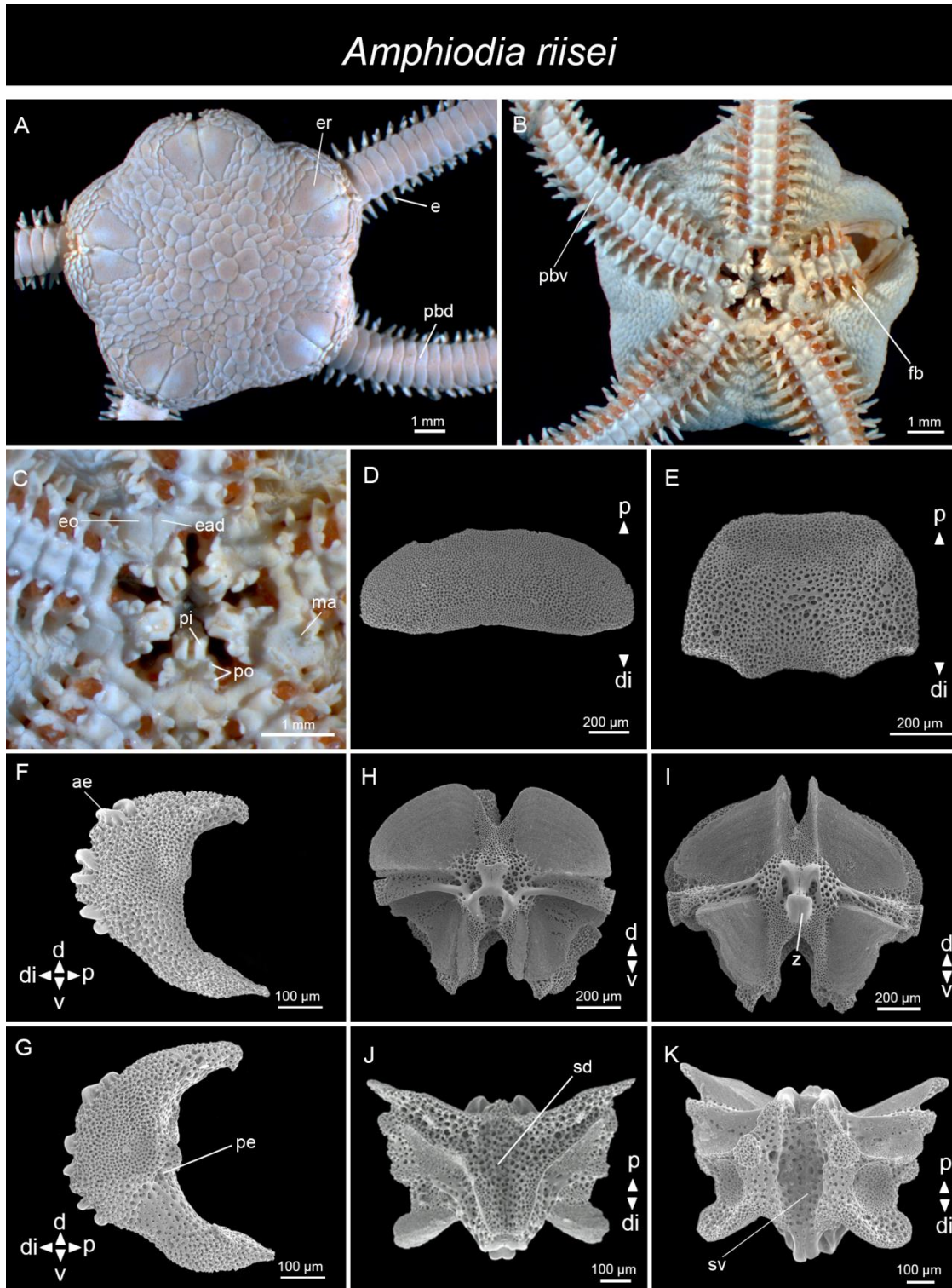


Figura 3 – *Amphiodia riisei* (ZUEC OPH 129). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral – lado externo; G) placa braquial lateral – lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra – lado dorsal; K) Vértebra – lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a K, escala 100 µm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; eo: escudo oral; er: escudo radial; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigósfeno.

***Amphiodia trychna* H.L. Clark, 1918**

(Figura 4)

Amphiodia tymbara H.L. Clark, 1918.

Nomes sinonimizados: *Amphiodia tymbara* H.L. Clark, 1918.

Localidade tipo: Tobago.

Material examinado. 2 espécimes (ZUEC OPH 425, Caraguatatuba, São Paulo, Brasil, Bentônico marinho, infralitoral, ex. 1 e ZUEC OPH 428, Caraguatatuba, São Paulo, Brasil, Bentônico marinho, infralitoral, ex. 1).

Descrição

Disco. Com reentrância inter-radiais, que a confere um formato semi-pentagonal. Placa centro-dorsal pentagonal, placas primárias maiores que as escamas. Escudos radiais quase tão largos quanto longos, separados na porção proximal por uma escama grande e triangular (Fig. 4A). Inter-rádios ventrais cobertos por escamas pequenas e imbricadas, menores que as dorsais e de tamanhos regulares. Fendas bursais pequenas e estreitas (Fig. 4B). Escudos orais losangulares; adorais semi-triangulares, maiores que escudos orais, unidos na porção proximal. Duas papilas orais, distal maior. Um par de papilas infradentais separadas uma da outra (Fig. 4C).

Braço. Placas braquiais dorsais ovais, duas vezes mais largas que longas, com as bordas distais e proximais arredondadas (Fig. 4D). Placas braquiais ventrais pentagonais, com a porção distal mais larga, e próxima em forma de quilha, um pouco mais larga que longa (Fig. 4E). Placas braquiais laterais duas vezes mais longas que largas e curvadas, com três botões de articulação de espinho na face externa, face interna, estereoma um pouco mais denso e perfuração bem visível (Figs. 4F, G), que sustentam espinhos robustos. Duas escamas tentaculares. Vértebra zigospôndila (Fig. 4H, I): face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 4I); face dorsal com leve depressão no sulco dorsal (Fig. 4J); face ventral com profunda depressão no sulco ventral (Fig. 4K).

Habitat: Encontrada em fundos não consolidados (BORGES & AMARAL, 2007). Encontrada em mangues, fundos de areia, fundos com algas e fundos com entulho (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Trindade e Tobago, Estados Unidos (Sandy Point) (CLARK, 1918). México, Belize, Panamá, Venezuela, Brasil, Cuba e Porto Rico (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição batimétrica: De 1 a 160 metros de profundidade (BORGES & AMARAL, 2007).

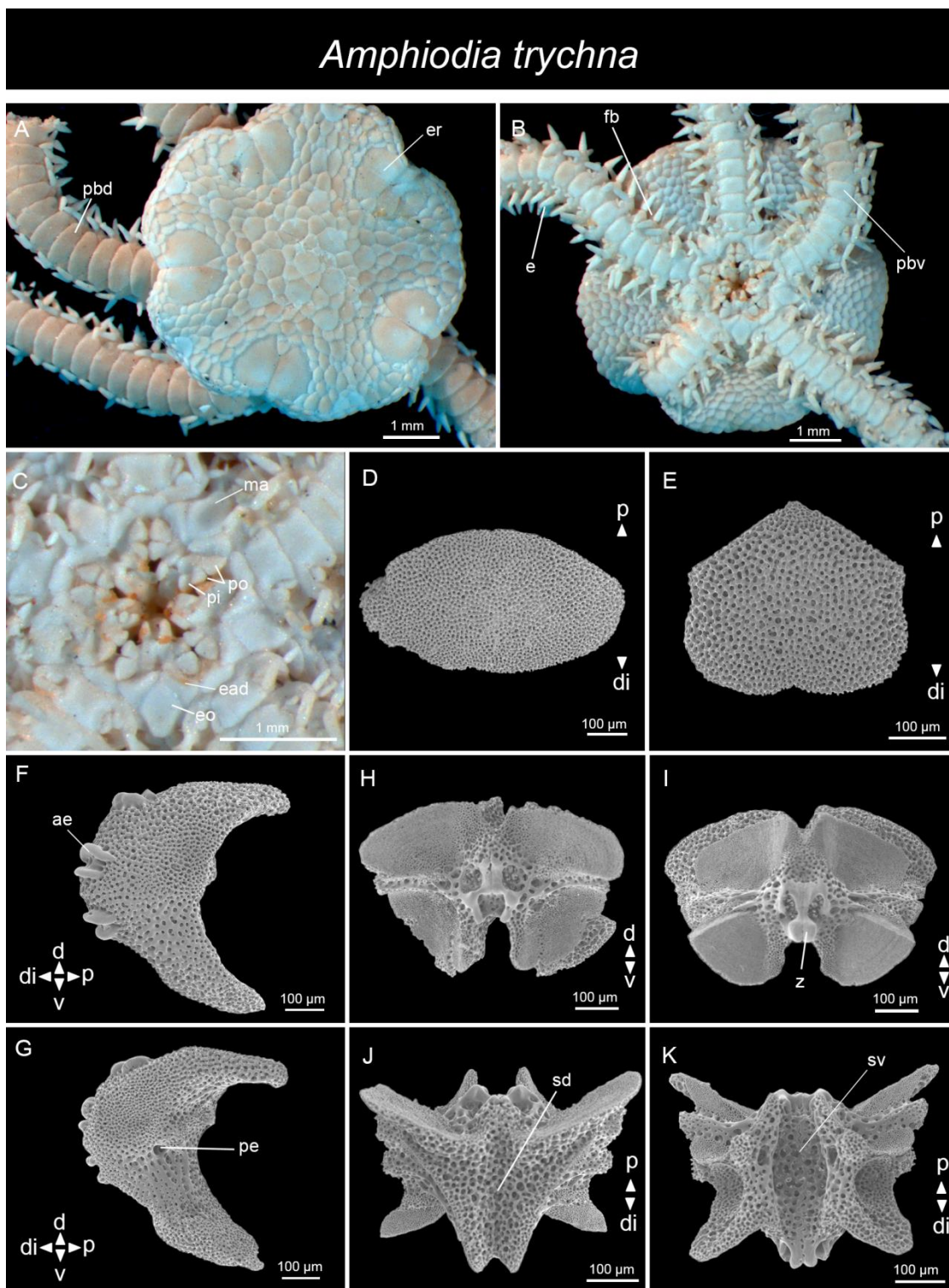


Figura 4 – *Amphiodia trychna* (ZUEC OPH 428). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral – lado externo; G) placa braquial lateral – lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra – lado dorsal; K) Vértebra – lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a K, escala 100 µm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; eo: escudo oral; er: escudo radial; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno.

***Amphiodia habilis* Albuquerque, Campos-Creasey & Guille, 2001
(Figura 5)**

Amphiodia habilis Albuquerque, Campos-Creasey & Guille, 2001.

Localidade tipo: Rio doce - ES, Brasil.

Descrição

Disco. De contorno circular, espesso, ligeiramente achatado dorsalmente, coberto por escamas grandes, placas primárias formam uma roseta, menores apenas em volta dos escudos radiais, sendo as primárias mais evidentes. Escudos radiais um pouco mais longos que largos, separados ou não por apenas uma escama pequena (Fig. 5A). Interrádios ventrais cobertos por escamas menores e imbricadas. Escudos orais losangulares, mais longos que largos. Escudos adorais triangulares, unidos na extremidade proximal. Duas papilas orais, distal maior. Um par de papilas infradentais robustas, retangulares, separadas uma da outra (Fig. 5B).

Braço. Placas braquiais dorsais retangulares, mais largas que longas. Placas braquiais ventrais um pouco mais largas que longas. Placa braquiais braquial lateral dorsalmente discreta. Três espinhos em cada segmento de braço, sendo os dorsais e ventrais um pouco maiores que o mediano, achatados lateralmente. Duas escamas tentaculares.

Habitat: Encontrada na abertura do Rio doce, onde havia grande fluxo de água, onde provavelmente a água é poluída por esgoto (ALBUQUERQUE, CAMPOS-CREASEY & GUILLE, 2001).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Foz do Rio doce, ES – Brasil (ALBUQUERQUE, CAMPOS-CREASEY & GUILLE, 2001).

Distribuição batimétrica: 34 metros de profundidade (ALBUQUERQUE, CAMPOS-CREASEY & GUILLE, 2001).

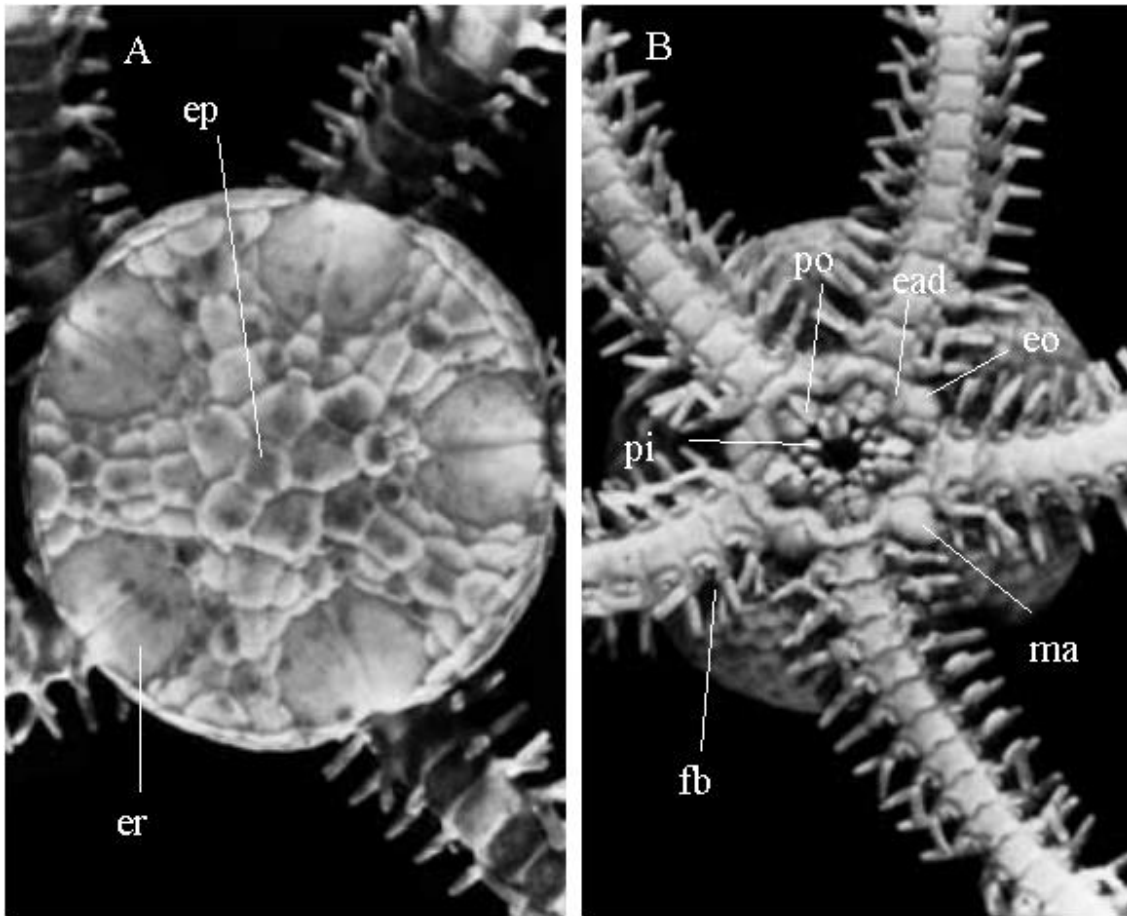


Figura 5 – *Amphiodia habilis*. A) Vista dorsal B) Vista ventral. er: escudos radiais; ep: escamas primárias ead: escudo adoral; eo: escudo oral; fb: fenda bursal; ma: madreporito; pi: papila infradental; po: papila oral. (foto de ALBUQUERQUE, CAMPOS-CREASEY & GUILLE, 2001).

Ordem OPHIURIDA Müller & Troschel, 1840

Família AMPHIURIDAE Ljungman, 1867

Gênero *Ophiophragmus* Lyman, 1865

Espécie tipo: *Ophiophragmus wurdermanii* (Lyman, 1860)

Diagnose do gênero: Disco coberto por escamas. Feixe de espinhos ao redor do disco. Duas papilas orais, sendo a distal maior. Escudos radiais contíguos em pelo menos alguma parte de sua extensão. De uma a três escamas tentaculares. Três espinhos braquiais (LYMAN, 1865; THOMAS, 1962; TOMMASI, 1970; ALBUQUERQUE, 1986).

***Ophiophragnus brachyactis* H.L. Clark, 1915**
(Figura 6)

Ophiophragnus brachyactis H.L. Clark, 1915.

Localidade tipo: Flórida, Estados Unidos.

Material examinado. 1 espécime (ZUEC OPH 48, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, infralitoral).

Descrição

Disco. De contorno circular, coberto por escamas pequenas, finas, imbricadas, arredondadas e de tamanhos similares. Escudos radiais pequenos e arredondados, pouco mais longos que largos, contíguos. Feixe de espinhos curtos ao redor do disco, dorsalmente visíveis (Fig. 6A). Inter-rádios ventrais cobertos por pequenos grânulos papiliformes (Fig. 6B). Escudos orais sub-losangulares (em forma de ponta de flecha). Madreporito maior que escudos orais. Escudos adorais semi-triangulares, com contornos arredondados, unidos na porção proximal. Duas papilas orais laterais, distal maior e triangular. Um par de papilas infradentais robustas e retangulares (Fig. 6C).

Braço. Placas braquiais dorsais semi-retangulares, duas vezes mais largas que longas, com a porção proximal mais larga e arredondada nas bordas (Fig. 6D). Placas braquiais ventrais pouco mais largas que longas, pentagonais, com porção distal mais larga, bordas arredondadas; porção proximal mais afilada (Fig. 6E). Placas braquiais laterais duas vezes mais longas que largas, levemente curvadas, estereoma mais denso na porção ventral e na face interna, côncavas e três botões de articulação de espinho na face externa, e perfuração na face interna (Figs. 6F, G), que sustentam três espinhos braquiais comprimidos, sendo o dorsal menor e o ventral maior. Duas escamas tentaculares. Vértebra zigospôndila (Figs. 6H, I): face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 6I); face dorsal com uma profunda depressão no sulco dorsal (Fig. 6J); face ventral com depressão no sulco ventral (Fig. 6K).

Habitat: Encontrada em fundos de areias com briozoários (MANSO, 1988).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Estados Unidos (Flórida), Antilhas, Golfo do México (THOMAS, 1962), Brasil, nos estados da Paraíba (GONDIM et al., 2008), Rio de Janeiro e Espírito Santo (MANSO, 1988).

Distribuição batimétrica: De 22 a 87 metros de profundidade (GONDIM et al., 2013).

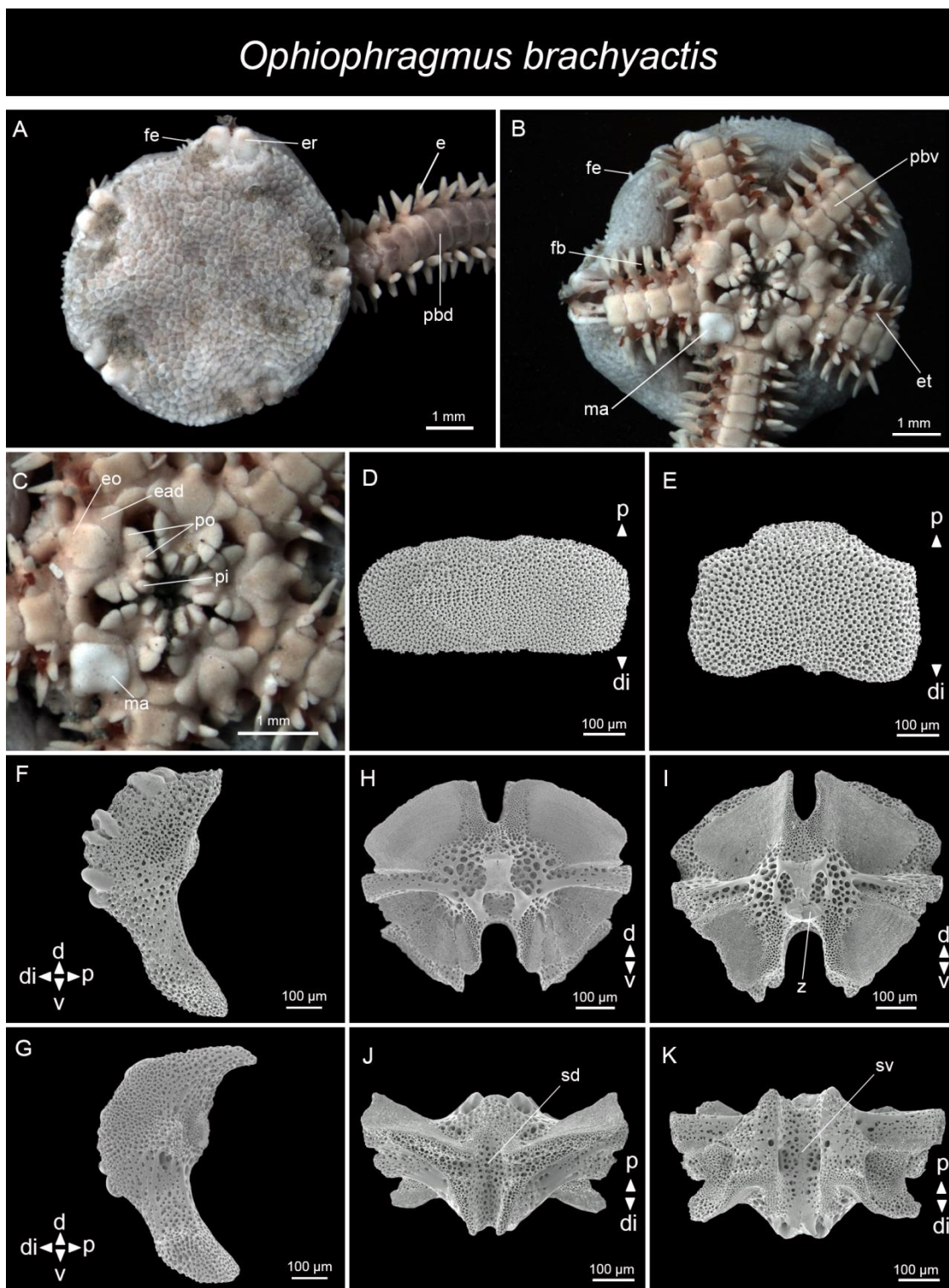


Figura 6 – *Ophiophragmus brachyactis* (ZUEC OPH 48). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral – lado externo; G) placa braquial lateral – lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra – lado dorsal; K) Vértebra – lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a K, escala 100 µm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; eo: escudo oral; er: escudo radial; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno.

***Ophiophragmus cubanus* (A. H. Clark, 1917)**
(Figuras 7 e 8)

Ophiocnida cubana A.H. Clark, 1917.

Nomes sinonimizados: *Ophiocnida cubana* A.H. Clark, 1917.

Localidade tipo: Enseada Santa Rosa (oeste de Cuba).

Material examinado. 3 espécimes (MZUSP 1624, ex. 1; MZUSP 1628, ex. 1; MZUSP 1629, ex. 1).

Descrição

Disco. Volumoso, de contorno circular, com reentrâncias inter-radiais, coberto dorsalmente por escamas pequenas e imbricadas, de tamanhos regulares e espinhos entre as escamas. Escudos radiais duas vezes mais longos que largos, separados na porção proximal por escamas pequenas e espinhos (Fig. 7A). Feixe de espinhos pontiagudos ao redor do disco, similares aos espinhos que cobrem a região dorsal e ventral do disco. Inter-rádios ventrais coberto por escamas pequenas e imbricadas e espinhos entre as escamas. Fendas bursais estreitas e longas (Fig. 7B). Escudos orais losangulares, forma de “ponta de lança”, com a extremidade distal arredondada e proximal mais afilada. Madreporito pouco maior e mais arredondado que escudos orais. Escudos adorais, semi-triangulares, quase formando um triângulo isósceles, com as porções proximais mais finas e unidas. Duas papilas orais arredondadas, contíguas, sendo a mais distal maior. Um par de papilas infradentais semi-retangulares, separadas uma da outra (Fig. 7C).

Braço. Placas braquiais dorsais duas vezes mais largas que longas, com a porção proximal e distal arredondadas (Fig. 7D). Placas braquiais ventrais tão largas quanto longas, pentagonais, porção distal mais larga e bordas arredondadas, margem proximal mais afilada, em quilha, com protuberância nas laterais (Fig. 7E). Placas braquiais laterais duas vezes mais longas que largas, côncavas, estereoma um pouco mais denso na porção ventral da face interna, três botões de articulação de espinho na face externa e perfuração na face interna (Figs. 7F, H). Espinulações distribuídas sobre as placas braquiais laterais e sobre os botões de articulação do espinho, de indivíduos adultos (Fig. 7G). Duas escamas tentaculares. Vértebra zigospôndila (Figs. 8A, B): face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 8B); face dorsal com leve depressão no sulco dorsal (Fig. 8C); face ventral com depressão no sulco ventral (Fig. 8D).

Habitat: Encontrada em fundo de areia quartzosa grossa, bio-detritos com lama (ALBUQUERQUE, 1986). Em mangues, fundos de lama e com algas marinhas (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Cuba, Estados Unidos (Flórida) e Antilhas (CLARK, 1917; THOMAS, 1963), Brasil, no estado do Amapá (ALBUQUERQUE, 1986).

Distribuição batimétrica: De 1 a 180 metros (ALBUQUERQUE, 1986; ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

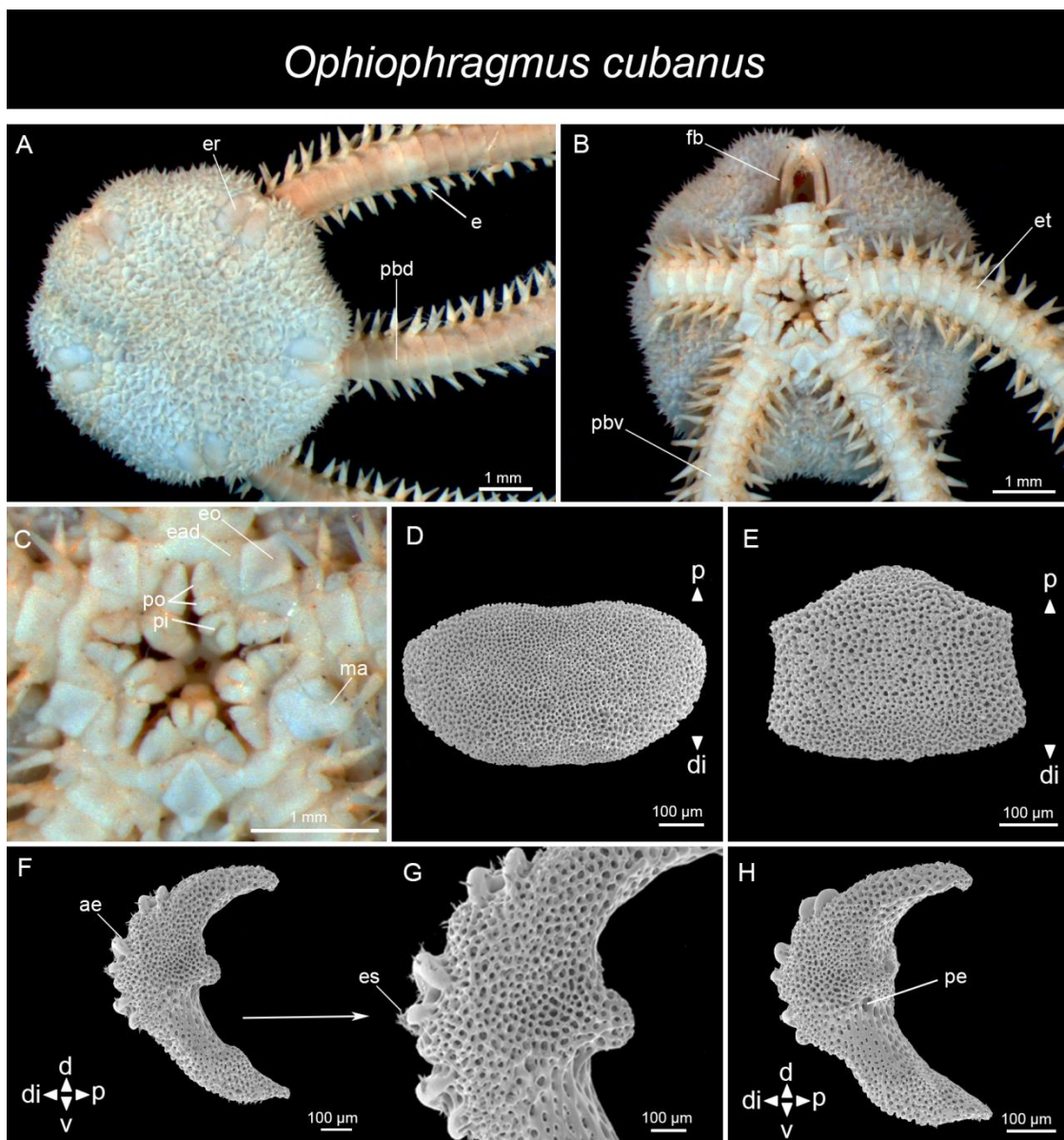


Figura 7 – *Ophiophragmus cubanus* (MZUSP 1624) A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral – lado externo; G) placa braquial lateral – lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra – lado dorsal; K) Vértebra – lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a H, escala 100 µm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; es: espinulações; eo: escudo oral; er: escudo radial; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; v: ventral.

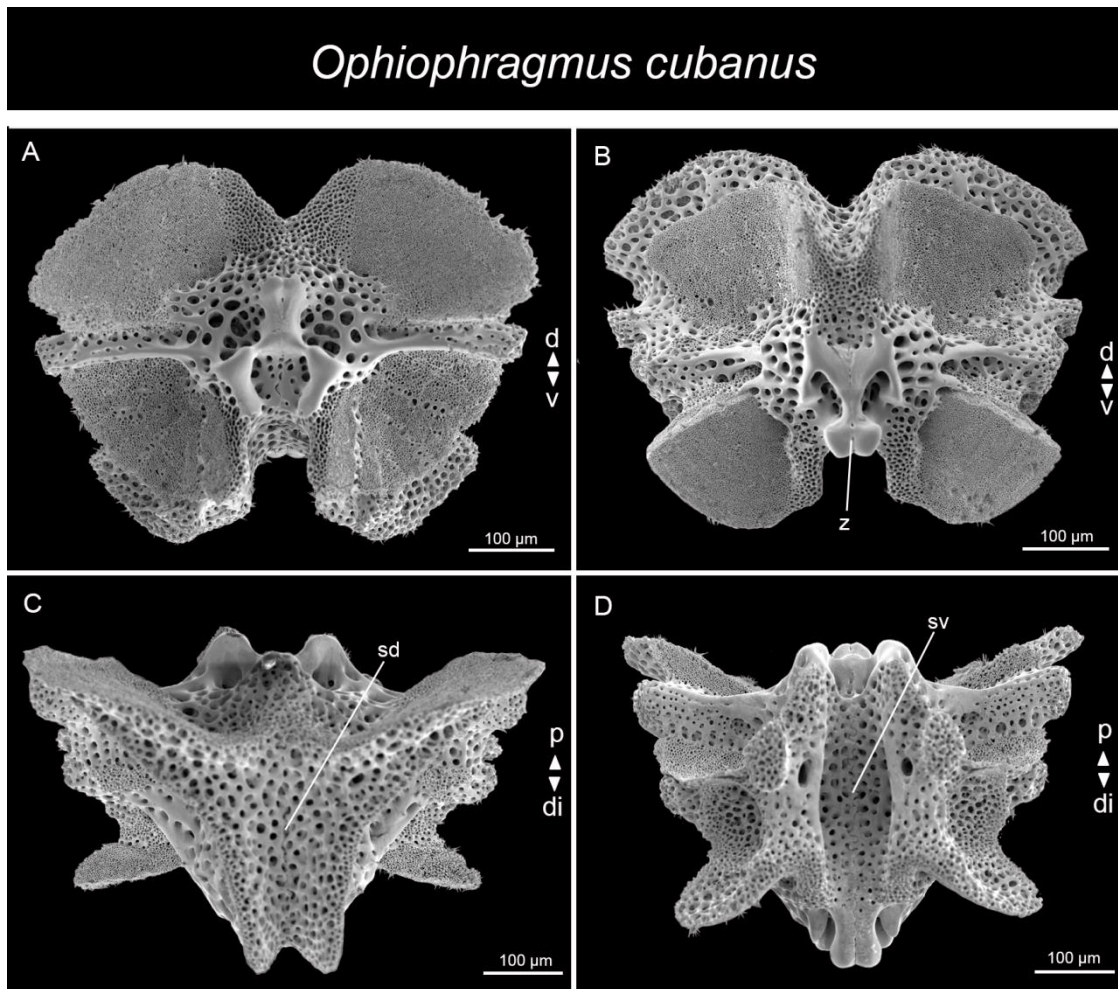


Figura 8 – *Ophiophragmus cubanus* (MZUSP 1624) A) vértebra - lado proximal; B) Vértebra - lado distal; C) Vértebra – lado dorsal e D) Vértebra – lado ventral. Fotos em MEV, escala 100 µm. di: distal; d: dorsal; p: proximal; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno.

***Ophiophragmus filigraneus* (Lyman, 1875)**
(Figura 9)

Ophiocnida filigranea Lyman, 1875.

Nome sinonimizado: *Ophiocnida filigranea* Lyman, 1875.

Localidade tipo: Florida, Estados Unidos.

Material examinado. 29 espécimes (ZUEC OPH 1904, Alligator Harbor, Flórida. Flórida, Estados Unidos, bentos marinhos, infralitoral, ex. 2; ZUEC OPH 2681, Titusville, Flórida, Estados Unidos, bentos marinhos, ex. 2; ZUEC OPH 2682, Indian River, Flórida, Estados Unidos, bentos marinhos, ex. 25).

Descrição

Disco. De contorno circular, coberto por escamas finas e imbricadas. Placas primárias evidentes, centro-dorsal maior. Escudos radiais mais longos que largos, separados proximalmente por duas ou três escamas contíguas, a distal mais estreita. Borda do

disco contornada por um feixe de espinhos pequenos (Fig. 9A). Superfície inter-radial ventral coberta por pequenos grânulos papiliformes. Fendas bursais curtas e amplas (Fig. 9B). Escudos orais sub-losangulares, tão largos quanto longos. Escudos adorais unidos na porção proximal. Duas papilas orais laterais, distal maior. Um par de papilas infradentais robustas e separadas uma da outra (Fig. 9C).

Braço. Placas braquiais dorsais de duas a três vezes mais largas que longas, borda distal arredondada (Fig. 9D); placas braquiais ventrais hexagonais (Fig. 9E); placas braquiais laterais sustentam três espinhos sub-iguais na face externa, estereoma mais denso na porção ventral da face interna, com perfuração na face interna (Figs. 9F, G). Nos dez primeiros segmentos braquiais, espinho mediano é dentilhado na extremidade. Duas escamas tentaculares. Vértebra zigospôndila (Figs. 9H, I): face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 9I). Face dorsal com leve depressão no sulco dorsal (Fig. 9J). Face ventral com depressão oval no sulco ventral (Fig. 9K).

Habitat: Encontrada em fundo de areia quartzosa, areia lamosa, areias finas e algas calcárias com cascalhos (ALBUQUERQUE, 1986).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Estados Unidos (Flórida) (THOMAS, 1962), Belize e Brasil (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013). No Brasil, nos estados do Amapá, Pará e Maranhão (ALBUQUERQUE, 1986).

Distribuição batimétrica: De 0 a 80 metros, sendo mais abundantes em 50 metros de profundidade (ALBUQUERQUE, 1986; ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

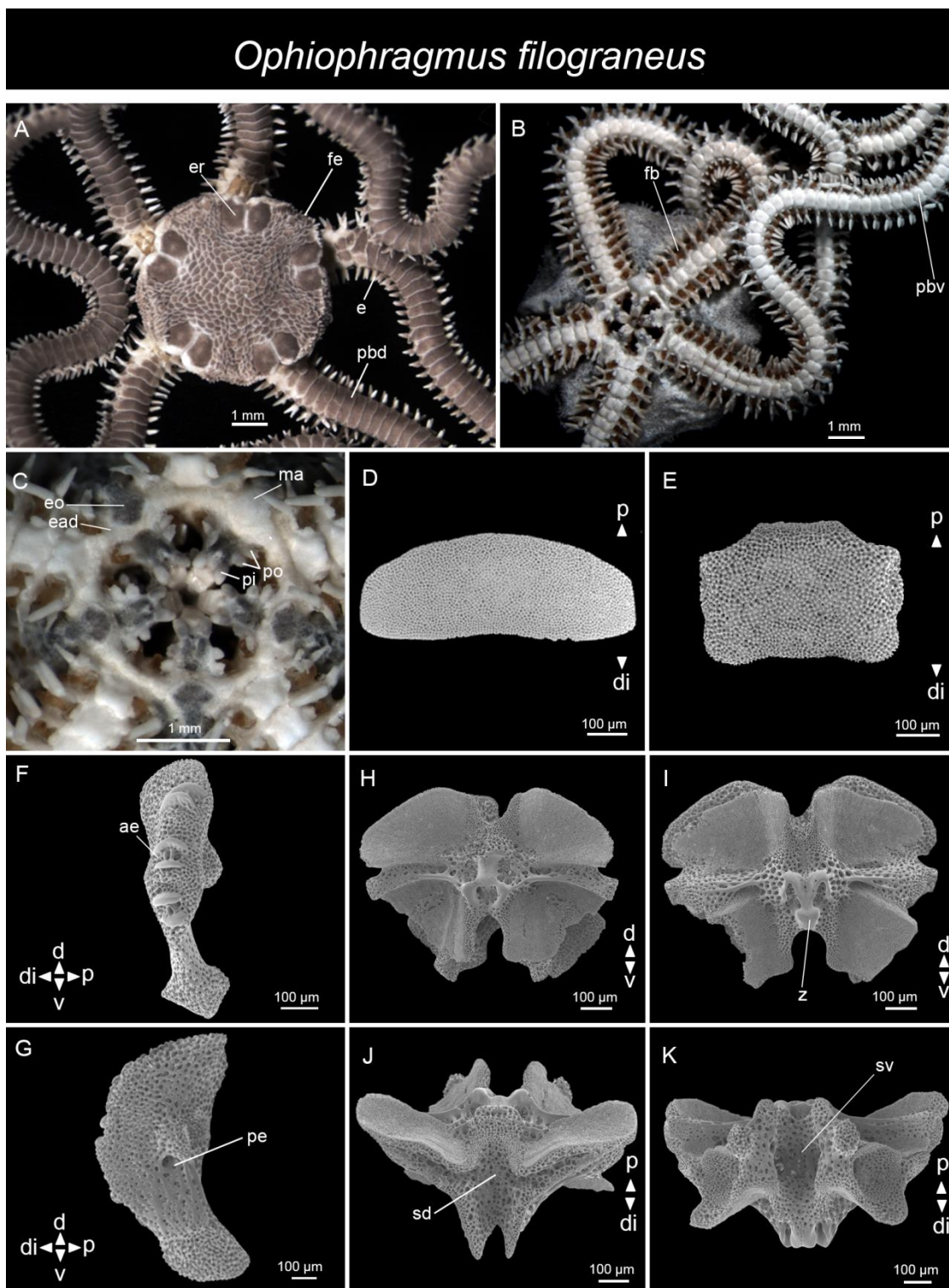


Figura 9 – *Ophiophragmus filigraneus* (ZUEC OPH 2682). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral - lado externo; G) placa braquial lateral - lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra - lado dorsal; K) Vértebra - lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a K, escala 100 µm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; eo: escudo oral; er: escudo radial; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno.

***Ophiophragmus luetkeni* (Ljungman, 1872)**
(Figura 10)

Amphipholis luetkeni Ljungman, 1872.

Nomes sinonimizados: *Amphiodia luetkeni* (Ljungman, 1872); *Amphipholis luetkeni* Ljungman, 1872.

Localidade tipo: Tortola, Ilhas Virgens Britânicas.

Material examinado. 16 espécimes (ZUEC OPH Ref. 108, ZUEC OPH 280, Caraguatatuba, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 2269, Baía do Araçá, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 2307, Baía do Araçá, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 472, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 2346, Baía do Araçá, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 338, Praia da Fazenda, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, praia, ex. 1; ZUEC OPH 340, Praia da Fazenda, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, praia, ex. 1; ZUEC OPH 282, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, infralitoral, ex. 3; ZUEC OPH 1199, bacia Pará-Maranhão, Pará-Maranhão, Brazil, bentos marinhos, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 2316, Baía do Araçá, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 1326, Plataforma interna, São Sebastião, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, infralitoral, ex. 1; ZUEC OPH 103, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, ex. 1; ZUEC OPH 490, Ubatuba, São Paulo, Brasil, bentos marinhos, fital, ex. 1; ZUEC OPH 302, Caraguatatuba, São Paulo, Brasil, bentos marinhos infralitoral, ex. 1).

Descrição

Disco. Arredondado, coberto dorsalmente por escamas arredondadas, regulares e imbricadas, placas primárias um pouco maiores que as escamas. Escudos radiais duas vezes mais longos que largos, unidos por quase toda extensão, separados apenas por uma escama na extremidade proximal. Feixe de espinhos longos e finos ao redor do disco, voltados para cima (Fig. 10A). Inter-rádios ventrais cobertos por escamas imbricadas, menores que as escamas dorsais. Fendas bursais estreitas e profundas (Fig. 10B). Escudos orais semi-losangulares, com a porção proximal pontiaguda e a distal arredondada. Madreporito um pouco maior que escudos orais. Escudos adoriais robustos,

semi-triangulares, unidos na porção proximal. Duas papilas orais sub-iguais de cada lado da mandíbula. Um par de papilas infradentais retangulares e separadas uma da outra (Fig. 10C).

Braço. Placas dorsais semi-retangulares, duas vezes mais largas que longas, com a porção proximal arredondada, formando uma circunferência (Fig. 10D). Placas ventrais pouco mais largas que longas, hexagonais, com a porção proximal mais larga, bordas pontiagudas; porção distal com bordas arredondadas (Fig. 10E). Placas laterais duas vezes mais longas que largas, levemente côncavas, e três botões de articulação de espinho na face externa, estereoma mais denso na porção ventral, e perfuração da face interna (Figs. 10F, G), que sustentam três espinhos braquiais. Duas escamas tentaculares. Vértebra zigospôndila (Figs. 10H, I): distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 10H); face dorsal com leve depressão no sulco dorsal (Fig. 10J); face ventral com profunda depressão no sulco ventral (Fig. 10K).

Habitat: Encontrada em fundos de lodo, e arenoso com lodo (TOMMASI, 1970).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Ilhas Virgens Britânicas, Trinidad e Tobago, Estados Unidos (Sandy Point) (TOMMASI, 1970) Brasil (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição batimétrica: De 0 a 50 metros de profundidade (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

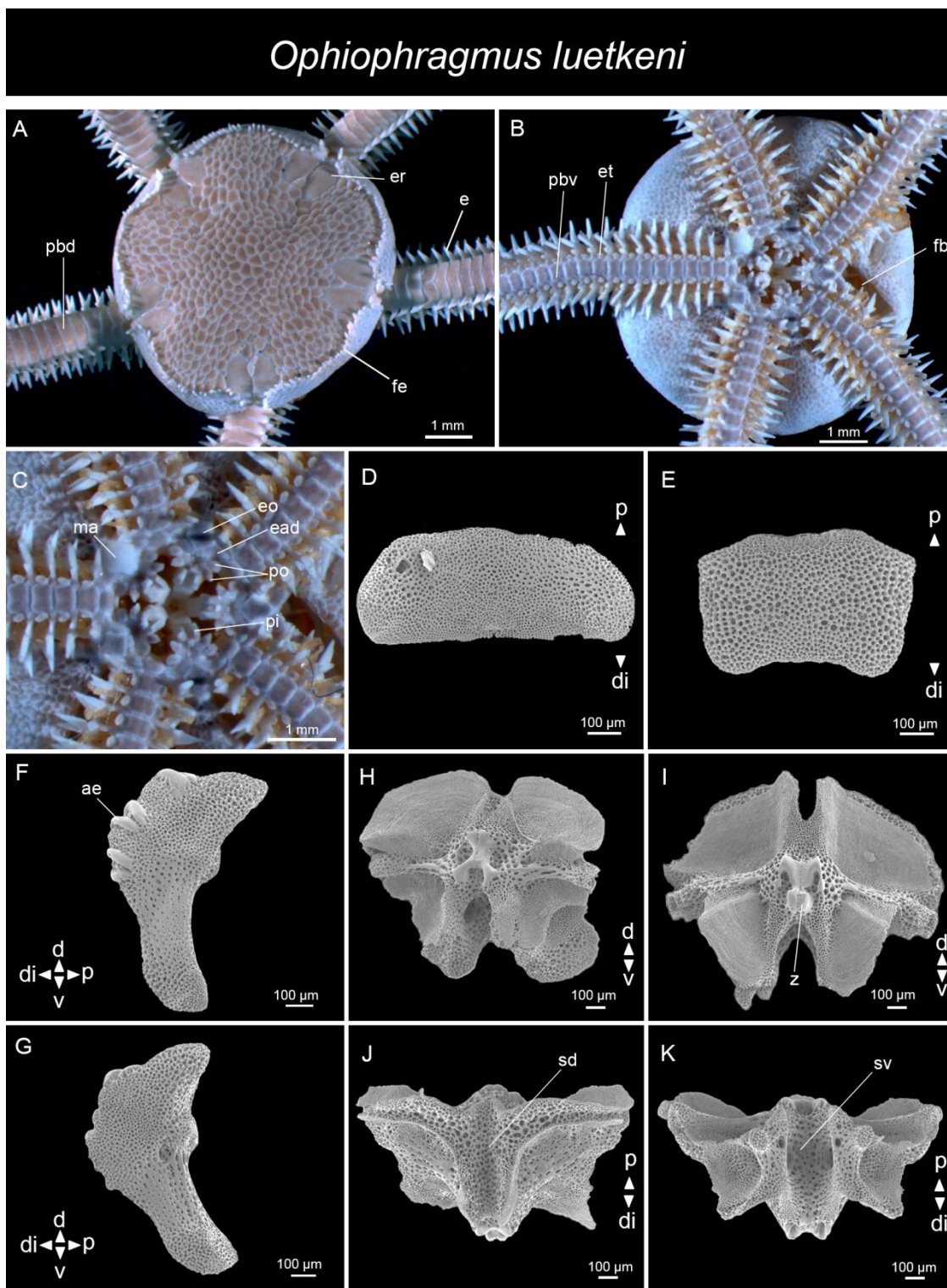


Figura 10 – *Ophiophragmus luetkeni* (ZUEC OPH 340). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral – lado externo; G) placa braquial lateral – lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra – lado dorsal; K) Vértebra – lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a K, escala 100 μm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; eo: escudo oral; er: escudo radial; et: escama tentacular; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno.

***Ophiophragmus pulcher* H.L. Clark, 1918**
(Figura 11)

Ophiophragmus pulcher H.L. Clark, 1918.

Nomes sinonimizados: *Amphiodia rhabdota* H.L. Clark, 1918; *Ophiophragmus pulcher* H.L. Clark, 1918.

Localidade tipo: Florida, Estados Unidos.

Material examinado. 13 espécimes (ZUEC OPH Ref. 124).

Descrição

Disco. Arredondado, coberto dorsalmente por escamas pequenas, imbricadas de tamanhos irregulares; placa centro-dorsal redonda e evidente, placas primárias um pouco maiores. Escudos radiais duas vezes mais longos que largos, separados na porção proximal por uma ou duas escamas. Feixe de espinhos robustos e curtos ao redor do disco, dorsalmente visíveis (Fig. 11A). Inter-rádios ventrais com escamas pequenas e imbricadas. Fendas bursais longas e estreitas (Fig. 11B). Escudos orais losangulares, forma de “ponta de lança”, com a extremidade distal arredondada e proximal mais afilada. Madreporito pouco maior e mais arredondado que escudos orais. Escudos adorais curtos e robustos, semi-triangulares, com as porções proximais mais finas e unidas. Duas papilas orais arredondadas, sub-iguais. Um par de papilas infradentais semi-retangulares, separadas uma da outra (Fig. 11C).

Braço. Placas braquiais dorsais duas vezes mais largas que longas, com a porção proximal arredondada, distal reta (Fig. 11D). Placas braquiais ventrais tão largas quanto longas, pentagonais, porção distal mais larga e bordas arredondadas; porção proximal mais afilada, em forma de quilha (Fig. 11E). Placas braquiais laterais duas vezes mais longas que largas, côncavas, três botões de articulação de espinho na face externa e face interna, estereoma mais denso e perfuração (Figs. 11F, G), que sustentam três espinhos braquiais. Duas escamas tentaculares. Vértebra zigospôndila: face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 11H, I); face dorsal com leve depressão no sulco dorsal (Fig. 11J); face ventral com depressão oval no sulco ventral (Fig. 11K).

Habitat: Encontrada em recifes de corais, fundos de lama, algas marinhas e fundo com entulho (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Estados Unidos (Flórida) e Aruba (THOMAS, 1962). Brasil (TOMMASI, 1999). México, Belize, Panamá, Venezuela, Brasil, Cuba e Porto Rico (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição batimétrica: De 0,5 a 33 metros de profundidade (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

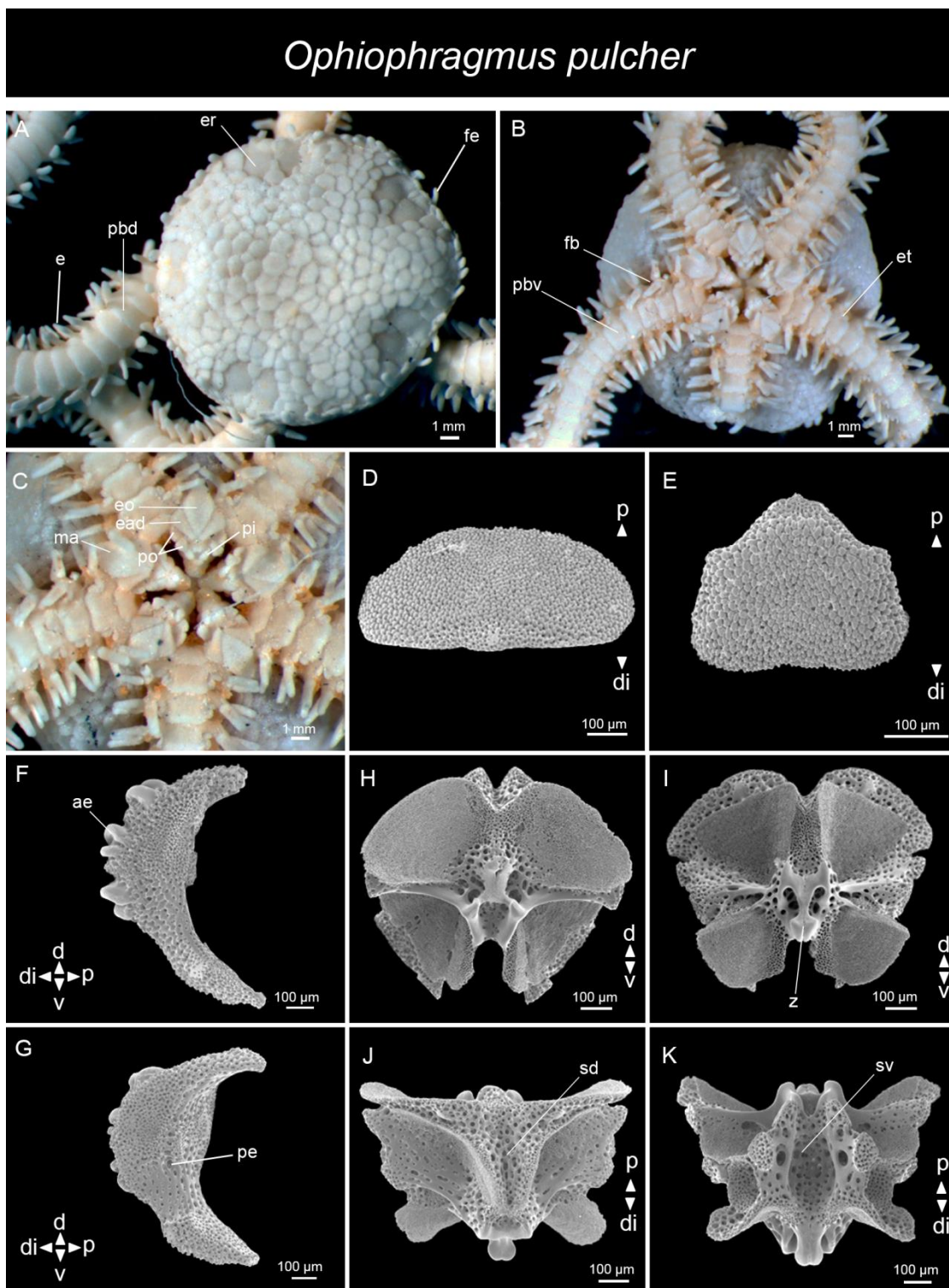


Figura 11 – *Ophiophragmus pulcher* (ZUEC OPH Ref. 124). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral – lado externo; G) placa braquial lateral – lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra – lado dorsal; K) Vértebra – lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a K, escala 100 μm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; eo: escudo oral; er: escudo radial; et: escama tentacular; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno..

***Ophiophragmus septus* (Lütken, 1859)**
(Figuras 12 e 13)

Amphiura septa Lütken, 1859.

Nomes sinonimizados: *Amphiodia erecta* Koehler, 1914; *Amphipholis erecta* (Koehler, 1914).

Localidade tipo: São Tomás, Caribe.

Material examinado. 1 espécime (MZUFBA 01145).

Descrição

Disco. Disco pentagonal, com escamas pequenas e imbricadas. Escudos radiais duas ou mais vezes mais longos que largo. Feixe de espinhos pontiagudos ao redor do disco. Escudos orais losangulares, forma de “ponta de lança”, com a extremidade distal arredondada e proximal mais afilada. Madreporito pouco maior e mais arredondado que escudos orais. Escudos adorais, semi-triangulares, quase formando um triângulo isósceles, com as porções proximais mais finas e unidas. Duas papilas orais, contíguas, sendo a mais distal maior. Um par de papilas infradentais semi-retangulares (Fig. 12A).

Braço. Superfície dorsal do braço com uma linha preta que se estende continuamente pelas placas braquiais dorsais (Fig. 12B, C). Placas braquiais dorsais semi-retangulares duas vezes mais largas que longas, com a porção proximal arredondada (Fig. 12D). Placas braquiais ventrais tão largas quanto longas, pentagonais, porção distal mais larga e bordas arredondadas; margem proximal mais afilada, em forma de quilha (Fig. 12E). Placas braquiais laterais duas vezes mais longas que largas, côncavas, três botões de articulação de espinho na face externa, estereoma um pouco mais denso na porção ventral. Espinulações distribuídos sobre as placas braquiais laterais e botão de inserção do espinho na face externa e perfuração na face interna (Figs. 12F). Uma ou duas escamas tentaculares (Fig. 12C). Vértebra zigospôndila (Figs. 13A, B): face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 13B); face dorsal com leve depressão no sulco dorsal (Fig. 13C); face ventral com depressão no sulco ventral (Fig. 13D).

Habitat: Encontrada em águas profundas, em recifes de corais, mangues, fundos de lama e fundos de areia (THOMAS, 1962; ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Estados Unidos (Flórida), Trindade e Tobago, Colômbia, (THOMAS, 1962), Brasil (MAGALHÃES et al., 2005). México, Belize, Panamá, Colômbia, Brasil, Cuba e Porto Rico (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição batimétrica: De 0,3 a 116 metros de profundidade (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Comentários: Descrição do disco baseada nas ilustrações de Hendler et al. (1995) e Thomas (1962).

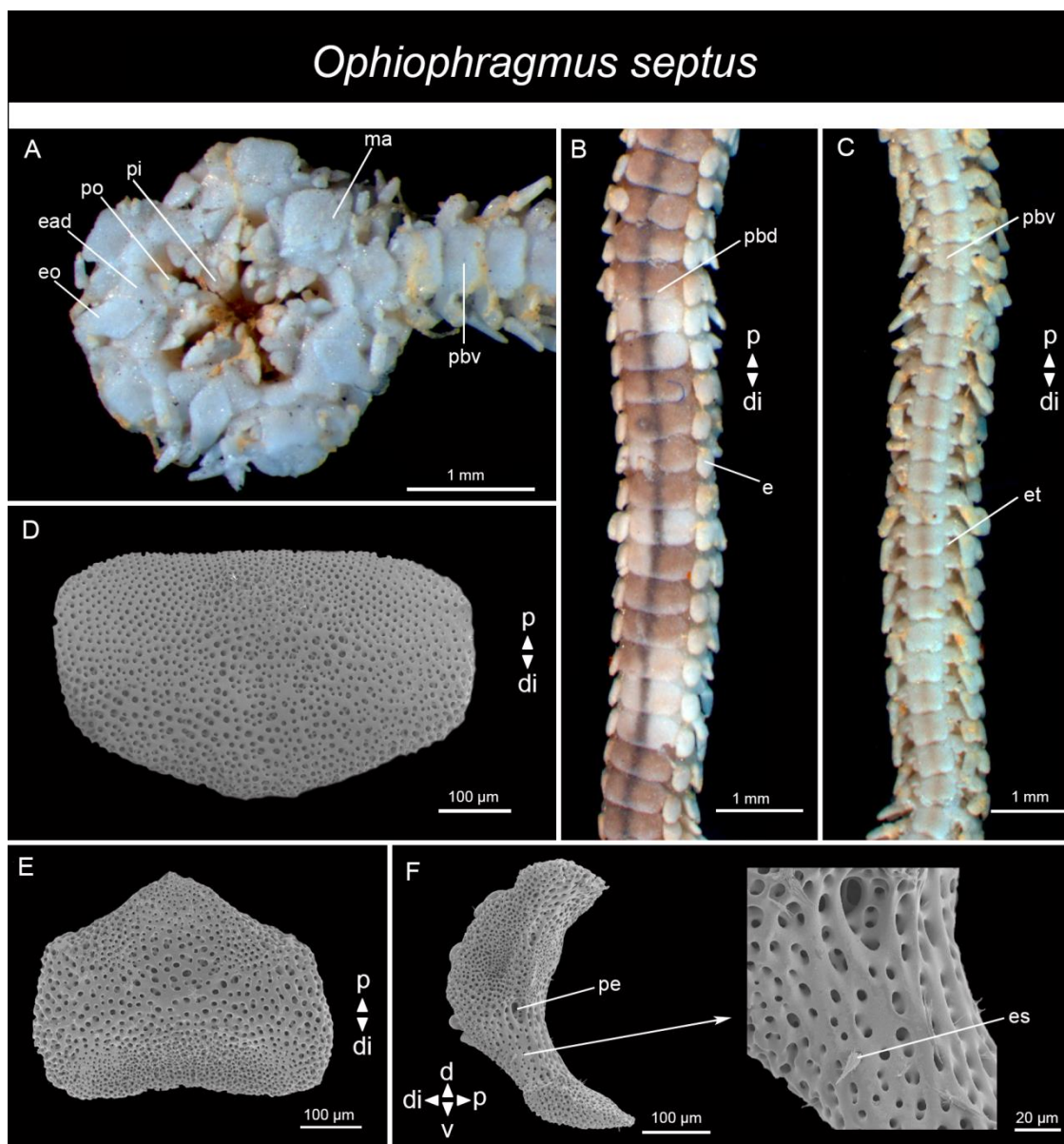


Figura 12 – *Ophiophragmus septus* (MZUFBA 01145). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral - lado interno. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a F, escala 100 µm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; es: espinulações; eo: escudo oral; er: escudo radial; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; v: ventral.

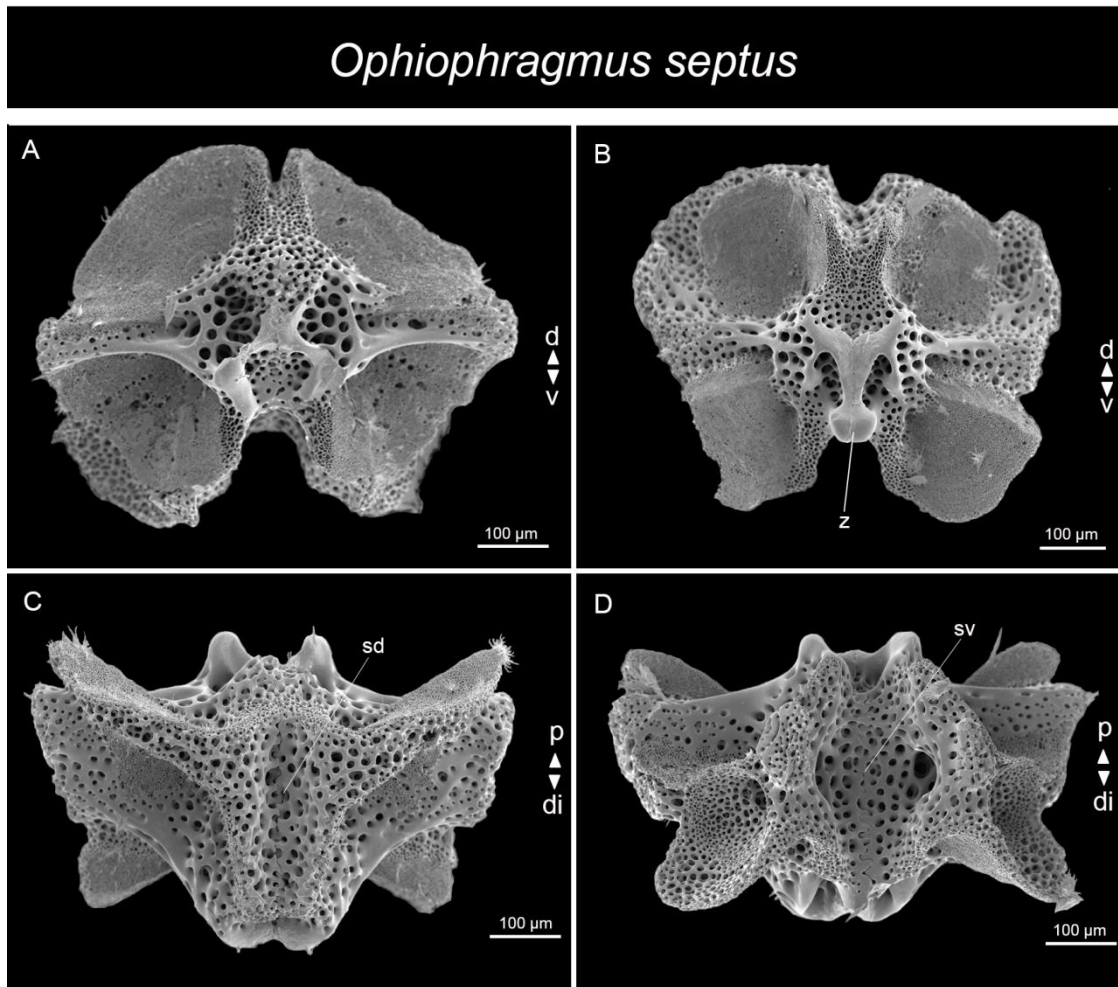


Figura 13 – A) vértebra - lado proximal; B) Vértebra - lado distal; C) Vértebra - lado dorsal e D) Vértebra - lado ventral. Fotos em MEV, escala 100 µm. di: distal; d: dorsal; p: proximal; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno.

***Ophiophragmus wurdemanii* (Lyman, 1860)
(Figura 14)**

Amphiura wurdemanii Lyman, 1860.

Nomes sinonimizados: *Amphiodia wurdemanni* (Lyman, 1860); *Ophiophragmus wurdemani* (Lyman, 1860); *Ophiophragmus wurdemanni* (Lyman, 1860), *Amphiura wurdemanii* Lyman, 1860.

Localidade tipo: Flórida, Estados Unidos.

Material examinado. 2 espécimes de *O. wurdemanii* (ZUEC OPH 1906, Sanibel Island, Flórida, Estados Unidos, bentos marinhos, infralitoral; ZUEC OPH 2443, Baía de Paranaguá, Palanganas, Paraná, Brasil, sob rochas soltas).

Descrição

Disco. Arredondado, com suaves reentrâncias inter-radiais, dorsalmente coberto por escamas pequenas e imbricadas, de aproximadamente mesmo tamanho. Escudos radiais

1,8 vezes mais longos que largos, unidos em quase toda extensão, separados na extremidade proximal por uma escama grande semi-triangular, seguida de três escamas menores sub-iguais (Fig. 14A). Feixe de espinhos curtos ao redor do disco dorsal e ventralmente visíveis. Inter-rádios ventrais cobertos por escamas menores que as dorsais. Fendas bursais estreitas (Fig. 14B). Escudos orais pequenos e ovais. Madreporito maior que escudos orais, distalmente mais afilado, esbranquiçado e com poros. Escudos adoriais semi-retangulares e curvados (em forma de feijão) formando um contorno circular na região oral. Duas papilas orais sub-iguais e unidas. Um par de papilas infradentais retangulares, sub-iguais separadas uma da outra (Fig. 14C).

Braço. Placas braquiais dorsais semi-retangulares, 2,6 vezes mais largas que longas, bordas arredondadas (Fig. 14D). Placas braquiais ventrais, tão largas quanto longas, hexagonais, com uma reentrância mediana na porção distal, porção proximal reta (Fig. 14E). Placas braquiais laterais cerca de três vezes mais longas que largas, côncavas, estereoma mais denso na face interna da porção ventral. Três botões de articulação de espinhos na face externa e perfuração na face interna (Figs. 14F, G), que sustentam três espinhos braquiais. Duas escamas tentaculares. Vértebra zigospôndila (Figs. 14H, I): face distal com zigosfeno tão longo quanto largo (Fig. 14H); face dorsal com espessa depressão no sulco dorsal (Fig. 14J); face ventral com leve depressão no sulco ventral (Fig. 14K).

Habitat: Encontrado em recifes de corais e em fundos de areia (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

Distribuição geográfica: Oceano Atlântico: Estados Unidos (Flórida), Golfo do México (THOMAS, 1962) México, Venezuela e Brasil (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013), no Brasil, no estado da Bahia (MAGALHÃES et al., 2005).

Distribuição batimétrica: De 2 a 11 metros de profundidade (ALVARADO & SOLÍS-MARÍN, 2013).

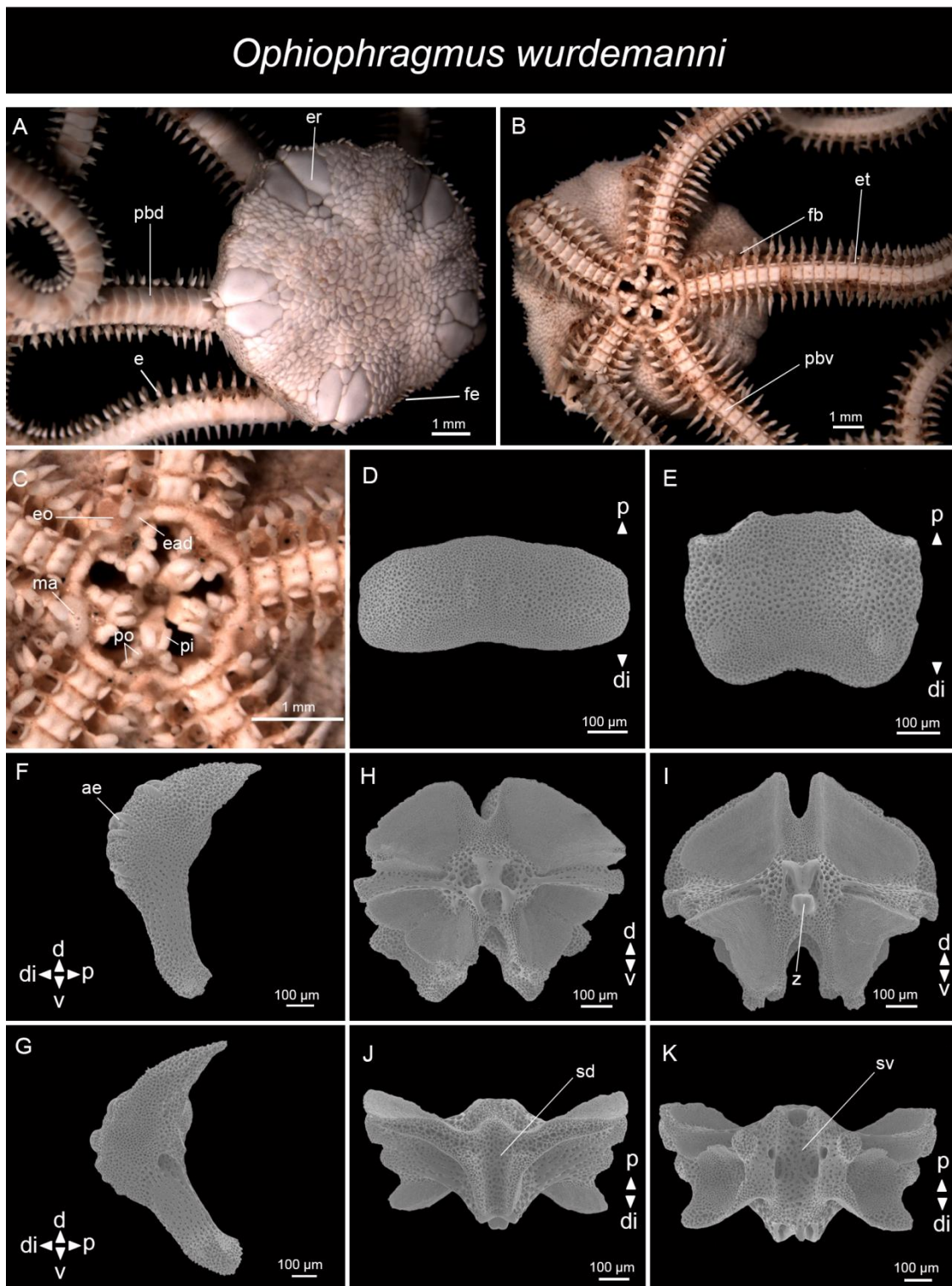


Figura 14 – *Ophiophragmus wurdemanni* (ZUEC OPH 1906). A) Vista dorsal; B) Vista ventral; C) Detalhe da região oral; D) Placa braquial dorsal; E) Placa braquial ventral; F) placa braquial lateral – lado externo; G) placa braquial lateral – lado interno; H) vértebra - lado proximal; I) Vértebra - lado distal; J) Vértebra – lado dorsal; K) Vértebra – lado ventral. Fotos em estereomicroscópio: A a C, escala 0,5 mm. Fotos em MEV: D a K, escala 100 μm. ae: articulação do espinho; d: dorsal; di: distal; ead: escudo adoral; e: espinho; eo: escudo oral; er: escudo radial; et: escama tentacular; fb: fenda bursal; ma: madreporito; p: proximal; pe: perfuração; pi: papila infradental; po: papila oral; sd: sulco dorsal; sv: sulco ventral; v: ventral; z: zigosfeno.

6. DISCUSSÃO

Foram analisadas e detalhadamente redescritas 12 espécies com ocorrência no Brasil: sete pertencentes ao gênero *Ophiophragmus* e cinco *Amphiodia*. Não foram obtidos exemplares de *Amphiodia habilis*, sendo assim esta espécie foi estudada somente com base na literatura.

As placas braquiais laterais sem dúvida divergem muito entre os dois gêneros. Em *Amphiodia*, a placa é mais côncava, enquanto em *Ophiophragmus* é notado apenas uma leve curvatura. Além disso, destacamos também diferença no estereoma desta placa. Em *Amphiodia*, o estereoma mostra-se mais denso na face interna da placa, próximo à perfuração, e em *Ophiophragmus*, apesar de ser um pouco mais denso na face interna do que na externa, como em *Amphiodia*, difere desta por ser mais denso da porção ventral do que na dorsal.

Ophiophragmus filigraneus foi descrito por Lyman (1875) tendo como sua principal característica grânulos papiliformes na parte ventral do disco. De fato, é a única espécie de *Ophiophragmus* com esta característica, porém, ressaltamos que a morfologia das placas braquiais laterais é essencial para identificação deste, uma vez que há espécies em outros gêneros de Amphiuridae com esta característica.

Nossos espécimes de *Ophiophragmus luetkeni* possuem disco com escamas pequenas e imbricadas e espinhos marginais afilados e pontudos, como descritos por Tommasi (1965). Destacamos para *Ophiophragmus luetkeni* os espinhos do feixe de espinhos voltados para cima.

Ophiophragmus cubanus é caracterizado por possuir o disco coberto por espinhos, dorsal e ventralmente. Thomas (1963) afirma que os espinhos na face dorsal do disco de *O. cubanus* é um caráter juvenil, porém os encontramos também em indivíduos adultos. Além disso, encontramos espinhos nas placas braquiais laterais, principalmente no botão de inserção do espinho, apenas em indivíduos adultos.

Ophiophragmus septus pode ser distinguida das outras espécies pela linha preta na superfície dorsal do braço e, apesar de espécimes da Flórida terem a linha preta do braço reduzida e quebrada (THOMAS, 1962), este é um caráter taxonômico exclusivo. Além disto, enfatizamos a presença de espinulações nas placas braquiais laterais dos segmentos proximais. Apesar de *O. cubanus* também apresentar espinulações no botão de articulação do espinho, os observados em *O. septus* são

menores e distribuídos por toda placa braquial lateral, mesmo assim não excluimos a possibilidade de ser uma homologia entre eles.

Ophiophragmus brachyactis e *Amphiodia riisei* são muito similares, porém certamente não podem ser consideradas a mesma espécie, levando-se em conta o feixe de espinhos na borda do disco que, segundo Clark (1918), é um dos caracteres mais relevantes do gênero *Ophiophragmus*. Além do feixe de espinhos, chamamos a atenção para a grande diferença morfológica nas placas braquiais laterais, dorsal e ventral.

As escamas primárias bem desenvolvidas de *Amphiodia riisei*, são mais evidentes em indivíduos adultos (TOMMASI, 1970), sendo uma carácter morfológico externo que também a difere de *Ophiophragmus brachyactis*. Porém, em indivíduos jovens destacamos a necessidade de análise das placas braquiais, especialmente as laterais para segura separação destas espécies.

A espécie *Amphiodia trychna* possui uma linha de encontro entre as escamas dorsais e ventrais (BORGES & AMARAL, 2007), também observada em nossos exemplares. Esta é uma espécie muito similar à *A. riisei*, porém nossos resultados mostram que as placas braquiais dorsais e ventrais são distintas.

Amphiodia puchella difere bastante das outras espécies do gênero aqui citadas pelo formato das placas laterais, vértebras, e escamas dorsais do disco. Além disso, possui apenas uma escama tentacular, diferentemente de *A. trychna*, *A. riisei*, *A. habilis* e *A. planispina*, que já pertenceram ao gênero *Diamphiodia* (FELL, 1962) justamente por apresentarem duas escamas tentaculares. Atualmente, as cinco espécies são aceitas como *Amphiodia* (STÖHR, O'HARA & THUY, 2018).

Apesar de encontrarmos algumas variações intraespecíficas, as características diagnósticas das espécies estudadas corroboram as descrições encontradas na literatura. Além disso, os resultados obtidos comprovam a eficiência dos ossículos e placas braquiais na separação em nível de gênero para Amphiuridae.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação foi apresentada na forma de dois capítulos que contribuíram para o conhecimento da real riqueza e abundância de Amphiuridae em nosso país. Os resultados do presente trabalho mostram que há uma grande biodiversidade na costa oeste do Atlântico, destacando a relevância de estudos taxonômicos.

Foram estudados 143 espécimes de três gêneros e 13 espécies da família Amphiuridae, pertencentes às coleções científicas do Museu de Zoologia da UNICAMP (ZUEC), Museu de Zoologia da USP (MZUSP) e Museu de Zoologia da UFBA (MZUFBA).

Amphiuridae é uma das maiores famílias dentre os Ophiuroidea, no entanto possui uma amostragem limitada e suas espécies são pouco citadas, devido à carência de estudos.

O presente estudo mostra a importância da MEV como ferramenta auxiliar na taxonomia, pois com ela conseguimos observar caracteres microestruturais nunca vistos antes, como os espinhos sobre as placas braquiais laterais e botão de articulação do espinho de *Ophiophragnus cubanus* e as pequenas espinulações nas placas laterais de *Ophiophragnus septus*. Estes caracteres mostram-se relevantes para separação destas duas espécies. A MEV também foi essencial no estudo detalhado de caracteres de *Ophiophragnus brachyactis* e *Amphiodia riisei*, que já haviam sido sinonimizadas, corroborando resultados anteriores de que realmente se tratam de duas espécies.

Ressaltamos também a grande importância não só das placas braquiais laterais, como das placas braquiais dorsais e ventrais na separação destas espécies. Estas apresentaram uma grande variação morfológica e são cruciais para determinação dos gêneros e espécies.

Os resultados aqui obtidos, somados a outros trabalhos com Amphiuridae, mostram que ainda há muito a se conhecer sobre a família, especialmente com a inclusão de novos caracteres, como placas braquiais laterais, dorsais e ventrais, vértebras e espinulações no botão de articulação do espinho braquial, que possam ser considerados diagnósticos dos taxa e auxiliem no seguro reconhecimento dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. N. *Ophiuroidea Gray, 1840 (Echinodermata) da plataforma continental do norte e nordeste brasileiro*. 1986. 409 f. Tese de Doutorado - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.
- ALBUQUERQUE, M. N.; CAMPOS-CREASEY, L. S.; GUILLE, A. Two new species of Amphiuridae (Echinodermata, Ophiuroidea) from the southeastern coast of Brazil. *Zoosystema*, v. 23, n. 3, p. 591-604, 2001.
- ALITTO, R. A.; BUENO, M. A.; GUILHERME, P. B. D.; DOMENICO, M. D.; CHRISTENSEN, A. B.; BORGES, M. Shallow-water brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) from Araçá Bay (Southeastern Brazil), with spatial distribution considerations. *Zootaxa*, v. 4405, p 1-66, 2018.
- ALVARADO, J.J.; SOLÍS-MARÍN, F.A. Echinoderm Research and Diversity in Latin America. 1 ed. Berlin, Springer Berlin Heidelberg, 2013, 665pp.
- BARBOZA, C. A. M.; BORGES, M. A checklist of the extant species of ophiuroids (Echinodermata: Ophiuroidea) from Brazilian waters. *Zootaxa*, v. 3447, p. 1–21, 2012.
- BENAVIDES-SERRATO, M.; BORRERO-PÉREZ, G. H.; DIAS SANCHEZ, C. M. Equinodermos del Caribe colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. *Serie de Publicaciones Especiales de Invemar*, v. 22, p. 384, 2011.
- BORGES, M.; AMARAL, A.C.Z. Manual de Identificação dos Invertebrados Marinhos da região Sudeste-Sul do Brasil. Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 237-283, 2005.
- BORGES, M.; AMARAL, A. C. Z. Ophiuroidea (Echinodermata): quatro novas ocorrências para o Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 4, p. 855–864, 2007.
- BORGES, M., MONTEIRO, A.M.G. & AMARAL, A.C.Z. Taxonomy of Ophiuroidea (Echinodermata) from the continental shelf and slope of the southern and southeastern Brazilian coast. *Biota Neotropica*, v. 2, p.1–69, 2002.
- BORGES, M.; MONTEIRO, A. M. G.; AMARAL, A. C. Z. A new species of *Ophiomisidium* (Echinodermata: Ophiuroidea) from the continental shelf and slope off southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 86, n. 6, p. 1449-1454, 2006.

- BORGES, M.; YOKOYAMA, L. Q.; AMARAL, A. C. Z. Ophiuroidea. In: AMARAL, A. C. Z., NALLIN, S. A. H. *Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do litoral norte de São Paulo, sudeste do Brasil*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, p. 280–288, 2011.
- BUENO, M. L., *Biodiversidade dos echinodermata na porção sul do embaçamento Sul brasileiro*. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, p.200, 2015.
- CAMPOS, L. S; BARBOZA, C. A. M.; ALCANTARA, P. F.; MOURA, R.; FRENSEL, R.; ANDERLEY, P. *Echinodermata*. In: LAVRADO, H. P., BRASIL, A. C. S. Biodiversidade da região oceânica profunda da Bacia de Campos: megafauna e ictio-fauna demersal. SAG Serv, Rio de Janeiro, p. 235–292, 2010.
- CLARK, H.L. Catalogue of Recent Ophiurans: Based on the Collection of the Museum of Comparative Zoölogy. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology*, v. 25, p. 165–376, 1915.
- CLARK, A.H. Four new echinoderms from the West Indies. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, v. 30, p. 63–70, 1917.
- CLARK, H.L. Brittle-stars, new and old. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, v. 62, p. 263–338, 1918.
- FELL, H. B. A revision of the major genera of Amphiurid Ophiuroidea. *Transactions of the royal society of New Zeland*, v. 2, n.1, p. 1-26, 1962.
- GONDIM, A.I.; LACOUTH, P.; ALONSO, C.; MANSO, C.L.C. Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Biota Neotropica* v. 8, p. 151–159, 2008.
- GONDIM, A.I.; ALONSO, C.; DIAS, T.L.P.; MANSO, C.L.C.; CHRISTOFFERSEN, M.L. A taxonomic guide to the brittle-stars (Echinodermata, Ophiuroidea) from the State of Paraíba continental shelf, Northeastern Brazil. *ZooKeys*, v. 307, p. 45–96, 2013.
- HADEL, V. F.; MONTEIRO, A. M. G.; DITADI, A. S. F.; THIAGO, C. G.; TOMMASI, L. R. Echinodermata. In: Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: Síntese do Conhecimento ao Final do Século XX, São Paulo, v. 3, p. 260-271, 1999.
- HENDLER, G.; MILLER, J. E.; PAWSON, D. L.; KIER, P. M. Echinoderms of Florida and the Caribbean: Sea Stars, sea urchins and allies. 1ª ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 1995, 392 p.

- KROH, A. First fossil record of the family Euryalidae (Echinodermata: Ophiuroidea) from the Middle Miocene of the Central Mediterranean. In: HEINZELLER, T., NEBELSICK, J. H. Echinoderms: München: Proceedings of the 11th International Echinoderm Conference, Munich, Germany, p. 447–452, 2004.
- LECLAIR, E. Arm joint articulation in the ophiuran brittle-stars (Echinodermata: Ophiuroidea): a morphometric analysis of ontogenetic, serial, and interspecific variation. *Journal of Zoology*, London, v. 240, n. 2, p. 245–275, 1996.
- LECLAIR, E. E.; LABARBERA, M. C. An in vivo Comparative Study of Intersegmental Flexibility in the Ophiuroid Arm. *The Biological Bulletin*, v. 193, n.1, p. 77-89, 1997.
- LJUNGMAN, A.V. Om några nya arter af Ophiurider. Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar, v. 23 n.6 p. 163–166, 1867.
- LJUNGMAN, A.V. Förteckning öfver uti Vestindien af Dr A. Goës samt under korvetten Josefinas expedition i Atlantiska Oceanen samlade Ophiurider. *Öfversigt af Kungliga Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar*, v. 28, p. 615–658, 1872.
- LÜTKEN, C.F. Additamenta ad historiam Ophiuridarum: Beskrivelser af nye eller hidtil kun ufuldstaendigt kjendte Arter af Slangestjerner. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter*, Copenhagen, v.1 p. 177–271, 1859.
- LYMAN, T. Descriptions of new Ophiuridae, belonging to the Smithsonian Institution and to the Museum of Comparative Zoölogy at Cambridge. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, v. 7, p. 193–204, 1860.
- LYMAN, T. Ophiuridae and Astrophytidae. *Illustrated Catalogue of the Museum of Comparative Zoology*, v. 1 p. 1-200, 1865.
- LYMAN, T. (1869) Preliminary Report on the Ophiuridae and Astrophytidae dredge in deep water between Cuba and the Florida Reef. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, v.1, p. 309–354, 1869.
- LYMAN, T. Zoological results of the Hassler Expedition. II. Ophiuridae and Astrophytidae. *Illustrated Catalogue of the Museum of Comparative Zoology*, v. 8, p. 1–34, 1875.
- MAGALHÃES, W.F.; MARTINS, L.R.; ALVES, O.F.S. Inventário dos Echinodermata do Estado da Bahia. *Brazilian Journal of Aquatic Sciences and Technology* v. 9 n.1, p. 61-65, 2005.

- MANSO, C. L. C. Sobre a ocorrência de *Ophionema intricata* Lütken, 1869 e *Ophiophragmus brachyactis* HL Clark, 1915 no Brasil (Echinodermata, Ophiuroidea, Amphiuridae). *Revista Brasileira de Biologia*, v. 48, n. 4, p. 965-968, 1988.
- MANSO, C.L.C.; ALVES, O.F.S; MARTINS, L.R. Echinodermata da Baía de Todos os Santos e da Baía de Aratu (Bahia, Brasil). *Biota Neotropica*, v .8, n. 3, p. 179–196, 2008.
- MANSO, C. L. C.; GONDIM, A. I.; VENTURA, C. R. R. New records of Ophiuroidea (Echinodermata) of the Brazilian coast, with notes on its taxonomy and distribution. *Marine Biodiversity Records*, v. 7, p. 1-7, 2014.
- MORTENSEN, T. Handbook of the Echinoderms of the British Isles. Oxford University Press, Oxford, 1927.
- O'HARA, T.D.; HUGALL, A. F.; THUY, B.; MOUSSALLI, A. Phylogenomic Resolution of the Class Ophiuroidea Unlocks a Global Microfossil Record. *Current Biology*, v. 24, n. 16, p. 1874-1879, 2014.
- O'HARA, T. D.; STÖHR, S.; HUGALL, A.F.; THUY, B.; MARTYNOV, A. Morphological diagnoses of higher taxa in Ophiuroidea (Echinodermata) in support of a new classification. *European Journal of Taxonomy*, v. 416, p. 1–35, 2018.
- PAIM, F. G.; GUERRAZZI, M. C.; BORGES, M. Descriptive and illustrated diagnosis of Ophiuroidea fauna (Echinodermata) in the shallow waters of North-eastern Brazil. *Marine Biodiversity Records*, v. 8, p. 1-17, 2015.
- PATERSON, G. L. J. The deep-sea Ophiuroidea of the North Atlantic Ocean. Bulletin of the British Museum (Natural History), *Zoology Series*, v. 49, p. 1–162, 1985.
- PAWSON, D. L. Pylum Echinodermata, In: ZHANG, Z. Q.; SHEAR. W. A. Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa*, p. 749-764, 2007.
- PRATA, J.; MANSO, C. L. D. C.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Occurrence of *Ophioderma brevicauda* Lütken, 1856 (Ophiuroidea: Echinodermata) from the Brazilian coast. *Marine Biodiversity*, p. 1-5, 2016.
- STÖHR, S.; CONAND, C.; BOISSIN, E. Brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) from LaRéunion and the systematic position of *Ophiocanops* Koehler, 1922. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 153, n. 3, p. 545-560, 2008.

- STÖHR, S. Who's who among baby brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea): postmetamorphic development of some North Atlantic forms. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 143, p. 543–576, 2005.
- STÖHR, S. New records and new species of Ophiuroidea (Echinodermata) from Lifou, Loyalty Island, New Caledonia. *Zootaxa*, v. 3089, p.1-50, 2011.
- STÖHR, S.; O'HARA, T.; THUY, B. Global diversity of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea). *PLoS ONE*, v. 7, p. e31940, 2012.
- STÖHR, S.; O'HARA, T.; THUY, B. WoRMS: World Register of Marine Species. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/ophiuroidea>>. acessado: 07/11/2017.
- STÖHR, S.; O'HARA, T.; THUY, B. WoRMS: World Register of Marine Species. Disponível em: <<http://www.marinespecies.org/ophiuroidea>>. acessado: 25/03/2018.
- THOMAS, L. P. The shallow water Amphiurid brittle stars (Echinodermata, Ophiuroidea) of Florida. *Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean* v. 4 p. 623-694, 1962.
- THOMAS, L. P. A redescription of the amphiurid brittlestar *Ophiocnida cubana*, A. H. Clark, 1917. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, v. 76 p. 217-221, 1963.
- THOMAS, L. P. A New Species of *Ophiophragmus* (Ophiuroidea: Echinodermata) from the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* v.15, n. 4, p 850-854 1965.
- THUY, B.; STÖHR, S. Lateral arm plate morphology in brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea): new perspectives for ophiuroid micropalaeontology and classification. *Zootaxa*, v. 3013, p. 1–47, 2011.
- THUY, B.; STÖHR, S. A New Morphological Phylogeny of the Ophiuroidea (Echinodermata) Accords with Molecular Evidence and Renders Microfossils Accessible for Cladistics. *PLoS One*, v. 11, n. 5, p. e0156140, 2016.
- TOMMASI, L. R. Alguns Amphiuridae (Ophiuroidea) do litoral de São Paulo e Santa Catarina. *Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, série Oceanografia Biológica, v. 8, p. 1–9, 1965.
- TOMMASI, L. R. Os ofiuróides recentes do Brasil e de regiões vizinhas. *Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, v. 20, p. 1-146, 1970.

- TOMMASI, L.R. Equinodermes do Brasil. III. Observações sobre algumas espécies coletadas durante as viagens do N/ Oc. “Almirante Saldanha”. *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, v.23, p.1–15, 1974.
- TOMMASI, L. R. Echinodermata recentes e fósseis do Brasil. *Invertebrados Marinhos Registrados no Litoral Brasileiro*, 1999. Disponível em: <<http://www.bdt.fat.org.br/zoologia/echinodermata>>. acessado: 26/05/2018.
- VENTURA, C. R. R.; LIMA, R. P. N.; NOBRE, C. C.; VERÍSSIMO, I.; ZAMA, P. C. Capítulo 9. Filo Echinodermata. In: LAVRADO, H. P.; IGNÁCIO, B. L. Biodiversidade Bentônica de região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira, Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 18 p. 339-389, 2006.
- VERRILL, A. E. Report on the Ophiuroidea collected by the Bahama expedition in 1893. *Bulletin from the Laboratories of Natural History of the State University of Iowa*, v. 5, p. 1-88, 1899.

ANEXO 1 – Declaração de bioética e biossegurança

COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
Universidade Estadual de Campinas
Caixa Postal 6109, 13083-970, Campinas, SP, Brasil
Fone (19) 3521-6378. email: cpgeb@unicamp.br

**DECLARAÇÃO**

Em observância ao §5º do Artigo 1º da Informação CCPG-UNICAMP/001/15, referente a Bioética e Biossegurança, declaro que o conteúdo de minha Dissertação de Mestrado, intitulada "*Ophiophragmus Lyman, 1865 e Amphiodia Verrill, 1899 (Amphiuridae, Ophiuroidea) com ocorrência no Brasil: um estudo taxonômico incluindo caracteres microestruturais*", desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal do Instituto de Biologia da Unicamp, não versa sobre pesquisa envolvendo seres humanos, animais ou temas afetos a Biossegurança.

Assinatura: Giullia Christina S. dos Anjos
Nome do(a) aluno(a):

Assinatura: Michela Borges
Nome do(a) orientador(a):

Data: 20 de setembro de 2018

ANEXO 2 – Declaração de direitos autorais**Declaração**

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada **Ophiophragmus Lyman, 1865 e Amphiodia Verrill, 1899 (Amphiuridae, Ophiuroidea) com ocorrência no Brasil: um estudo taxonômico incluindo caracteres microestruturais**, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 20 de setembro de 2018.

Assinatura : Gisella Christina S. das Chagas
Nome do(a) autor(a):
RG n.º 14040135717

Assinatura : Michela Borges
Nome do(a) orientador(a): **Michela Borges**
RG n.º 267403653