

ANDREZA CAROLINE CAIERO

**Osteological Description of the Cranial Region and Pectoral Girdle of *Pseudoscopelus scriptus* Lütken, 1892 (Teleostei: Chiasmodontidae), Using Computed Microtomography (Micro-CT)**

São Paulo

2023

ANDREZA CAROLINE CAIERO

**Osteological Description of the Cranial Region and Pectoral Girdle of *Pseudoscopelus scriptus* Lütken, 1892 (Teleostei: Chiasmodontidae), Using Computed Microtomography (Micro-CT)**

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Roberto Souto de Melo.

São Paulo

2023

Caiero, Andreza Caroline. **Osteological Description of the Cranial Region and Pectoral Girdle of *Pseudoscopelus scriptus* Lütken, 1892 (Teleostei: Chiasmodontidae), Using Computed Microtomography (Micro-CT)**. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Julgamento \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho aos meus pais, Neusa e Santo, e à minha irmã Grazielle, com amor e carinho, por todo o apoio, pelas palavras de incentivo e pela presença ao longo desta jornada de aprendizado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter permitido que eu concluísse mais esta etapa da minha vida, me amparando em todo o momento, e colocando pessoas em minha vida que permitissem a conclusão deste trabalho.

Agradeço ao Instituto Oceanográfico e ao Prof. Dr., Marcelo Melo, pelo aprendizado e contribuição para meu crescimento científico e intelectual.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES PROEX) – Código de Financiamento 001.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 433050/2016-0), pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – 2017/12909-4), pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Rafael Lourenço, pelo auxílio no processo de definição de orientação.

À Evgeny Romanov, do Centre Technique de Recherche et de Valorisation des Milieux Aquatiques (CITEB), Ilha de Reunião, e Yves Cherel, Centre d'Etudes Biologiques de Chizé (CEBC), Université de La Rochelle, França, por cederem o exemplar estudado.

À Simone Ferreira do IB-USP, pela obtenção das imagens de micro-CT.

À Helcy Lylian Nogueira Silbiger, do IO-USP, pelas assistências com os formulários de ética, e outros auxílios burocráticos do departamento.

Ao André Leonardo de Albuquerque Neves, do IO-USP, pelas diversas assistências na bancada e com os produtos das diafanizações.

À Ana Paula Dourado Evangelista e ao Daniel de Queiroz Nunes, do IO-USP, pelos diversos auxílios burocráticos, e pelas conversas e palavras incentivadoras.

Ao Wagner Pinheiro, do IO-USP, por toda paciência e auxílio com a referenciação.

À Amanda Alves Gomes, pelas fotografias dos espécimes, pela leitura, correção e conselhos gramaticais do manuscrito da dissertação e da defesa, pelos diversos auxílios e ensinamentos e pelas conversas encorajadoras.

Ao César Santificetur Romero, pela assistência na descrição dos otólitos e diversos auxílios e ensinamentos.

À Flávia Tiemi Masumoto, pelas diversas assistências no laboratório e com as diafanizações.

À Keisy Aline Rodrigues, pelos diversos auxílios, incentivo e apoio ao longo do mestrado.

À Milene Gomes Jannetti pelo incentivo e pelas diversas dicas para a escrita e defesa da dissertação.

Ao professor, amigo e mentor, Dr. Alexander Turra, pelo apoio e incentivo nesses anos.

À minha tia, Marisa Matvejev Rosaneli, pelas palavras de carinho e incentivo, e por me fazer enxergar outros horizontes.

Ao meu namorado, Su Chongyu, pela correção e conselhos gramaticais do manuscrito e da versão final do projeto de mestrado e da dissertação, pelos auxílios nas disciplinas e pelo incentivo e apoio ao longo de todo o mestrado.

À minha irmã, Grazielle Cristina Caiero Galvão, pela assistência com o Photoshop ®, pelo auxílio nas edições das fotografias, pelas palavras encorajadoras, e por me incentivar à trilhar o caminho da ciência.

Aos meus pais, Neusa Portella Matvejev Caiero e Santo Caiero, por toda paciência, apoio emocional, moral e financeiro, pelas palavras de carinho e incentivo, e principalmente por não permitir que eu desistisse.

You can run, you can run, nothing's gonna change  
the world if you don't try so hard.

(HIROYUKI, Sawano, 2020)

What I don't know, I'll learn.

(NATSUKI, Subaru, 2021)

## RESUMO

Caiero, Andreza Caroline. **Descrição Osteológica da Região Craniana e da Cintura Peitoral de *Pseudoscopelus scriptus* Lütken, 1892 (Teleostei: Chiasmodontidae), Usando Microtomografia Computadorizada (Micro-CT)**. 2023. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

O oceano profundo é o maior ambiente do planeta Terra e hospeda alguns dos ecossistemas menos conhecidos. É caracterizado por condições abióticas extremas, como alta pressão hidrostática e ausência parcial ou completa da luz solar, e habitado por uma fauna altamente especializada, como os peixes da família Chiasmodontidae. As espécies da família, classificadas em quatro gêneros, *Chiasmodon*, *Dysalotus*, *Kali*, e *Pseudoscopelus*, são popularmente conhecidas como “peixes-pancinha”, porque algumas espécies têm um estômago distensível que lhes permite engolir uma presa maior que o próprio corpo. Além disso, apresentam modificações osteológicas no neurocrânio, maxilas, dentário, arco hióide, arcos branquiais e dentição que constituem mecanismos-chave para captura e ingestão de presas. A microtomografia computadorizada de raios-x (micro-TC) é uma técnica não-destrutiva que permite reconstruções virtuais precisas de estruturas do esqueleto, podendo portanto ser usada para o estudo da morfologia craniana e da dentição desses peixes. O objetivo deste trabalho é aplicar a micro-TC para descrever a osteologia craniana e a dentição do chiasmodontidae *Pseudoscopelus scriptus* Lütken, 1892, e avaliar o uso desta técnica para o estudo osteológico de peixes de águas profundas, que apresentam em geral uma baixa densidade óssea. O espécime analisado foi envolto em um saco plástico e embebido em etanol para evitar o ressecamento, e escaneado utilizando micro-TC. A micro-TC está sendo usada pela primeira vez em uma descrição osteológica de um peixe de mar profundo, o qual possui ossos de baixa densidade ou pouco calcificados. Os ossos do neurocrânio, dos arcos branquiais e hióide, suspensório, das cinturas peitoral e pélvica, as vértebras anteriores, os otólitos e as dentições foram virtualmente reconstruídos em detalhes e são descritos em relação ao seu tamanho, posição e formato. A heterodontia e os diferentes tipos de implantação dos dentes na pré-maxila e no dentário de *P. scriptus*, em conjunto com dentes palatinos e branquiais, facilitam a captura e a deglutição das presas. A heterodontia representar uma especialização de peixes de mar profundo, relacionada ao seu sucesso neste habitat.

**Palavras-chave:** Dentição. Mar profundo. Morfologia. Osteologia. Raios-x.

## ABSTRACT

Caiero, Andreza Caroline. **Osteological Description of the Cranial Region and Pectoral Girdle of *Pseudoscopelus scriptus* Lütken, 1892 (Teleostei: Chiasmodontidae), Using Computed Microtomography (Micro-CT)**. 2023. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

The deep ocean is the largest environment on planet Earth and host some of the least unknown ecosystems. It is characterized by having extreme abiotic conditions, such as high hydrostatic pressure and partial or complete absence of light and inhabited by a highly specialized fauna, such as the fishes of the family Chiasmodontidae. The species of the family, classified in four genera, *Chiasmodon*, *Dysalotus*, *Kali*, and *Pseudoscopelus*, are popularly known as swallowers, because some species have a distensible stomach that allows them to swallow prey larger than their own body. In addition, osteological modifications in the neurocranium, jaws, hyoid and gill-arches, and dentition constitute key mechanisms for the capture and ingestion of such prey. The x-ray computed microtomography (micro-CT) is a non-destructive technique that allows precise virtual reconstructions of skeletal structures, therefore, it can be used to study the cranial morphology and dentition of these fishes. Therefore, the goal of this work is to apply micro-CT to describe the cranial osteology and dentition of the chiasmodontidae *Pseudoscopelus scriptus* Lütken, 1892, and to evaluate the use of this technique for deep-sea fishes, that usually have low-density bones. The analyzed specimen was wrapped in a plastic bag and soaked in ethanol to avoid desiccation, and was scanned in a micro-CT equipment. Herein, the micro-CT is being used for the first time in an osteological description of a deep-sea fish, which is characterized by having low-density or low-calcified bones. Bones of the neurocranium, hyoid and gill-arches, suspensorium, pectoral and pelvic girdle, anterior vertebrae, otoliths, and the dentition were virtually reconstructed in full details and are described in relation to size, position and shape. The heterodonty and different types of tooth attachment in the premaxilla and dentary of *P. scriptus*, in combination with palatine and branchial teeth enhance prey capture and swallowing. The heterodonty may represent a specialization of deep-sea fishes, associated with their success in this habitat.

**Keywords:** Dentition. Deep-Ocean. Morphology. Osteology. X-rays.