

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir
de 25/08/2022.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)**

**Morfologia e distribuição dos dentículos e papilas orais em tubarões
Galeomorphii (Chondrichthyes: Elasmobranchii): implicações ecológicas e
filogenéticas**

ALINE NAYARA POSCAI



**Rio Claro – SP
2022**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(ZOOLOGIA)**

**Morfologia e distribuição dos dentículos e papilas orais em tubarões
Galeomorphii (Chondrichthyes: Elasmobranchii): implicações ecológicas e
filogenéticas**

ALINE NAYARA POSCAI

**Orientador: Otto Bismarck Fazzano Gadig
Co-orientador: André Luis da Silva Casas**

Novembro - 2022

P855m Poscai, Aline Nayara
Morfologia e distribuição dos dentículos e papilas orais em tubarões Galeomorphii (Chondrichthyes: Elasmobranchii): implicações ecológicas e filogenéticas / Aline Nayara Poscai. -- Rio Claro, 2022
204 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Otto Bismarck Fazzano Gadig
Coorientador: André Luis da Silva Casas

1. Chondrichthyes. 2. Morfologia. 3. Dentículos dérmicos. 4. Microscopia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Morfologia e distribuição dos dentículos e papilas orais em tubarões Galeomorphii (Chondrichthyes: Elasmobranchii): implicações ecológicas e filogenéticas

AUTORA: ALINE NAYARA POSCAI

ORIENTADOR: OTTO BISMARCK FAZZANO GADIG

COORIENTADOR: ANDRE LUIS DA SILVA CASAS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. OTTO BISMARCK FAZZANO GADIG (Participação Presencial)
UNESP / Instituto de Biociências - Campus do Litoral Paulista

Prof. Dr. JOÃO PAULO CAPRETZ BATISTA DA SILVA (Participação Presencial)
Departamento de Sistemática e Ecologia / Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Prof. Dr. THIAGO SILVA LOBODA (Participação Presencial)
Departamento Acadêmico de Ensino / Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profa. Dra. PATRÍCIA CHARVET (Participação Virtual)
Departamento de Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade / Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. MARCELO VIANNA (Participação Virtual)
Departamento de Biologia Marinha / Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Rio Claro, 25 de agosto de 2022

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer primeiramente à minha família amada, que é o meu marido e melhor amigo do mundo, o Polaco, o Bentinho e a Babi, que são tudo na minha vida, e que completam meu dia a dia e me fazem muito feliz. Principalmente durante os dois anos e pouco de isolamento que vivemos intensamente os altos e baixos disso tudo.

À minha irmã Fabiola que sempre, mas sempre mesmo tá ali pra mim, torcendo, e celebrando qualquer conquista e chorando nas derrotas, um anjo na minha vida, sem você não ia rolar nada disso. Ao meu pai amado que sei que tem muito orgulho da filha que criou, e com todas as dificuldades que passamos nos últimos anos, é a pessoa que tem um espaço especial no meu coração. À minha mãe amada, Lilian e ao meu padrasto Anselmo Rienzo que também passaram por altos e baixos nesses últimos anos, sempre torcendo por mim, amo vocês.

À minha segunda família, os Hilds, começando pela Sandra que é a melhor pessoa desse mundo, que eu admiro muito, minha cunhada maravilhosa Flávia e meu sogro querido Fábio, obrigada por tudo durante todos esses anos. Vocês sempre me dão todo o suporte e atenção, me espelho muito em todos vocês.

Ao meu chefinho mais querido desse Brasil, Otto Gadig. Que aprendi que nada é por acaso, as coisas quando tem que acontecer, elas acontecem, e o universo se alinha pra tudo isso dar certo. Sou muito grata por você ter sido meu orientador e ser meu amigo. Lembrando de todas aquelas tardes e noites que a gente conversava e ficava no laboratório mexendo nas bombonas, procurando cabeça de tubarão, com muito álcool 70% e risada, vou sempre relembrar essa época com muito carinho no meu coração. E, obrigada acima de tudo por aquele café na cantina do CLP, quando apareceu um gatinho todo capenga que veio até mim e você me deu o maior incentivo para eu adotá-lo. O Bentinho simplesmente é o amor da minha vida, o bicho mais carinhoso e maravilhoso, e foi graças à você!!!

À elas, as mulheres mais sensacionais, que são e pra sempre serão minha rede de apoio, não só de pós-graduação e pesquisa, mas pra tudo nessa vida: miglinha (Luiza Chelotti), Tixa (Fernanda Rolim), Pri (Priscila Dolphine), Mary (Mariana Martins) e Pitú (Aline Pasquino), não sei o que eu faria sem vocês, as melhores parceiras que existem.

Aos parceiros do lab, Ana Clara Athayde, muito querida na minha vida, Grazi (Graziela Cabral), Rodrigo Domingues e Pedro Furtado.

Ao meu co-orientador e amigo, André Casas, que me ajudou muito a conseguir a microscopia e a microtomografia. Por todas as viagens de Atibaia para Santos com muita conversa e risadas e toda parceria durante todos esses anos, muito antes do doutorado, obrigada meu amigo.

Aos queridos e grandes amigos que fiz desde a época da USP, o Thiago Loboda, que participaram desde a primeira banca do meu doutorado, e em especial ao João Paulo Capretz que teve papel fundamental na minha tese e crescimento pessoal. Sempre ali quando eu precisei e além das expectativas, muito obrigada!

Ao Phillip Lenktaitis do Laboratório de Histologia da Universidade de São Paulo que além de me ajudar com todas as microscopias do meu trabalho, incluindo o CT scan e microscopia eletrônica de varredura foi um exemplo de parceria e amizade. Obrigada, de coração. Ao querido Ênio também, sempre muito solícito. E a trilha sonora do laboratório sempre muito boa!

Ao curador da coleção ictiológica do Museu Nacional de Praga, Dr. Radek Šanda, que desde o primeiro contato foi extremamente solícito e que me recebeu muito bem, me dando todo o suporte necessário e deixando eu fuçar em todos os tubarões que eu quis. Se todos os curadores de coleção fossem abertos dessa maneira, o mundo científico teria menos barreiras.

Ao Michel Gianeti do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo e todo o pessoal que conheci por lá! Ao queridíssimo Arthur Lima do Museu também, virou meu grande amigo, me ajudou demais no início do meu doutorado, coletou amostras, dividiu sessões de MEV comigo.

À Lara Guimarães, técnica do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Museu de Zoologia por facilitar o acesso às análises de varredura.

Ao Junior Tan, o famoso peixamento, que conheci no dia que fiz a prova na UNESP e desde então virou meu grande amigo pra vida toda. Aos colegas da faculdade que fiz durante meu doutorado, aos professores excelentes que tive a oportunidade de assistir aula, em especial ao Prof. Domingos Garrone e demais colaboradores da disciplina de Peixes Neotropicais, e à professora Renata Mari.

Ao Elasmos_BR, página de divulgação científica que faço parte há alguns anos, junto com a Laís Barcellos, idealizadora, minha amiga, pesquisadora de elasmobrânquios e a pessoa com o melhor humor que existe. Ao Philippe Queiroz, Leonardo Feitosa e ao Arthur Lima, companheiros maravilhosos, obrigada pelo apoio e risadas.

Aos meus colaboradores ao longo dessa jornada, em especial a Greiciane Amorim e Bianca Rangel, minha amiga de longa data, obrigada sempre.

Ao meu querido antigo orientador, Dr. José Roberto Kfoury Junior da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP) por tudo que aprendi com ele durante meu mestrado, pelo apoio e carinho.

Aos meus amigos da USP, que por mais que nossos caminhos não sejam mais os mesmos, sempre guardo as lembranças e aprendizados que tivemos ao longo dos anos na pós-graduação. Em especial aos queridos Paulo Ramos, Tulio Yoshinaga, Flávia Ponce, Carla Soares, Pedro Bianchi, Natal (Franceliusa Delys), Renata Santos e Nathália Paulino.

Aos meus amigos fora do mundo acadêmico, mas que compartilharam momentos bons e ruins dessa trajetória: Roberta Magro, Laura Clemente, Tamires Carvalho, Marina Ferraz, Letícia Hadano, Bruno Rossi, Ricardo Landroni, Jesus (Daniel Zenid), Natasha Fischer, Mariana Abibe, Giselle Marmo, Camila Malheiros e Igor Barreto.

Gostaria de agradecer ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento da minha pesquisa, sob o número 142174/2018-1. À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, que me concedeu a oportunidade de realizar meu doutorado, e ao Laboratório de Pesquisa de Elasmobrânquios (ElasmoBrasil) por todo suporte, apoio e coleção incrível, coordenado pelo Prof. Dr. Otto Bismarck Fazzano Gadig.

E à todos de que alguma forma passaram pelo meu caminho durante esses últimos quatro anos da minha vida... muito obrigada!

RESUMO

Os dentículos dérmicos são uma sinapomorfia em Chondrichthyes, e revestem além do tegumento, a membrana nictitante e a cavidade orofaríngea, desempenhando diferentes funções dependendo de sua morfologia e localização no corpo. Na cavidade orofaríngea, associadas aos dentículos, as papilas gustativas constituem o sistema quimiossensorial, desempenhando papel crucial na gustação. Apesar disso, ambas estruturas foram pouco exploradas na literatura. Pensando nisso, foram examinados os dentículos e papilas orais de 39 espécies de tubarões Galeomorphii, buscando compreender a morfologia e suas implicações funcionais diante de pressões seletivas ambientais (e.g. hábitos alimentares e habitat) e implicações filogenéticas. Por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e microtomografia computadorizada (MC), os dentículos e papilas foram analisados, medidos e suas densidades foram estimadas. Através da MEV, foram observadas as papilas e somente a coroa dos dentículos, limitando a visualização de outras estruturas. Enquanto a MC possibilitou a visualização do pedúnculo, placa basal, cavidade pulpar e a distinção entre dentículos em formação e dos completamente desenvolvidos, mostrando-se uma técnica que, unida à MEV se tornam uma combinação eficaz para o estudo dessas estruturas. Por meio da análise morfológica, foram identificados três morfotipos de dentículos orais nas espécies examinadas, sendo eles, resistência à abrasão (50%), funções generalizadas (46,8%) e defesa (3,2%). A alta ocorrência de resistência à abrasão indica que os dentículos desempenham primariamente a função de proteger a cavidade orofaríngea, seguido pelo modo contínuo do morfotipo de funções generalizadas indicando que os dentículos orais não estão relacionados necessariamente à ecologia, como estabelecido para os dentículos dérmicos do tegumento. Eles desempenham diversas funções como proteção contra abrasão e injúrias, canalização do fluxo de água para as papilas, entre outros. Em *Atelomycterus marmoratus* e *Sphyrna tudes* foi observado indícios de dimorfismo sexual nos dentículos orais, no qual as fêmeas apresentaram maiores densidades do que os machos. A ausência de dentículos orais indica uma possível sinapomorfia em Scyliorhinidae e Pentanchidae, assim como em Orectolobidae e Hemigaleidae. As papilas orais foram observadas em todas as espécies, sendo identificadas morfológicamente como circulares e ovais. Em *Hemigaleus microstoma* foi identificado o Tipo I, e nas demais espécies o Tipo II.

No estudo ontogenético de *Carcharias taurus*, a densidade de papilas foi a mais alta nos embriões menores, indicando potencial relação com a adelfofagia e ovofagia. Adicionalmente, não é possível inferir se a morfologia das papilas está diretamente associada ao habitat e alimentação. Por fim, vale ressaltar que mesmo que os dentículos orais não sejam usualmente utilizados como ferramenta taxonômica, a identificação de alguns táxons como Heterodontidae, Mitsukurinidae e alguns Carcharhinidae, principalmente *Carcharhinus* spp. é viável, mesmo levando em consideração as possíveis variações intra e interespecíficas.

Palavras-chave: elasmobrânquios, tegumento, gustação, microscopia, ecomorfologia.

ABSTRACT

Dermal denticles are a synapomorphy for Chondrichthyes and cover the integument, nictitating membrane and oropharyngeal cavity, performing different functions depending on their morphology and body location. In the oropharyngeal cavity, associated with denticles, taste buds or oral papillae constitute the chemosensory system, playing a crucial role in taste. However, in the literature these structures have been little explored. Herein, we examined denticles and papillae of 39 species of Galeomorphii sharks, evaluating the morphology considering environmental pressures such as feeding and habitat, as well as phylogenetic implications. Under scanning electron microscopy (SEM) and CT scan, denticles and papillae were analyzed, measured and the density was estimated. Noteworthy, under SEM, only the papillae and denticles crown were observed; this method limited the visualization of other structures. The CT scan allowed to observe the peduncle, basal plate, pulp cavity, and the differences between under development to fully developed denticles. This method is complementary and allied with SEM, can be more effective for the study of these structures. The morphology of denticles revealed three morphotypes in the species examined: abrasion strength (50%), generalized functions (46.8%), and defense (3.2%). The high occurrence of abrasion strength indicates that the denticles primarily play the role of protecting the oropharyngeal cavity, followed by the continuous type of the generalized functions indicating that the oral denticles are not necessarily related to ecology, as established for the dermal denticles of the integument. They perform different functions such as protection against abrasion and injuries, channeling the water flow into the papillae, etc. In *Atelomycterus marmoratus* and *Sphyrna tudes*, evidence of sexual dimorphism was observed in the oral denticles, in which females have higher densities than males. The absence of oral denticles indicates a putative synapomorphy in Scyliorhinidae and Pentanchidae, and possibly in Orectolobidae and Hemigaleidae. Oral papillae were observed in all species, however, Type I was identified only in *Hemigaleus microstoma*, and Type II in the other species. In the ontogenetic study of *Carcharias taurus*, papillae density was highest in the smallest embryos, indicating a potential relationship with adelphophagy and oophagy. Additionally, it is not possible to infer whether the morphology of the papillae is directly associated with habitat and feeding. Finally, it is worth mentioning that even though oral denticles are not usually used as

a taxonomic tool, the identification of some taxa such as Heterodontidae, Mitsukurinidae and some Carcharhinidae, especially *Carcharhinus* spp. is possible, even if considered the potential intra and interspecific variations.

Keywords: elasmobranch, body integument, gustation, microscopy, ecomorphology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
1.1 BREVE HISTÓRICO DE ESTUDOS SOBRE DENTÍCULOS DÉRMICOS EM ELASMOBRÂNQUIOS	22
1.1.1 REGISTRO FÓSSIL DOS DENTÍCULOS DÉRMICOS	22
1.1.2 TAXONOMIA	26
1.1.3 ASPECTOS MORFOLÓGICOS E IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS DOS DENTÍCULOS DÉRMICOS ..	27
1.1.4 APLICAÇÕES MORFOLÓGICAS DOS DENTÍCULOS DÉRMICOS	34
2. OBJETIVOS.....	37
2.1 GERAL.....	37
2.2 ESPECÍFICOS	37
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3.1 ESPÉCIMES ANALISADOS	38
3.2 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)	46
3.3 MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA (MC)	46
3.4 FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS	47
3.5 RELAÇÕES FILOGENÉTICAS	50
4. RESULTADOS.....	52
4.1 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)	52
4.2 MORFOTIPOS DOS DENTÍCULOS ORAIS	110
4.3 MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA (MC)	125
4.4. MORFOLOGIA DAS PAPILAS	141
5. DISCUSSÃO.....	143
5.1 DENTÍCULOS ORAIS	143
5.2 PAPILAS ORAIS: MORFOTIPOS E SUAS IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS E ALIMENTARES	152
5.3 DIMORFISMO SEXUAL EM DENTÍCULOS E PAPILAS ORAIS	166
5.4 RELAÇÕES FILOGENÉTICAS DOS MORFOTIPOS E AS ESPÉCIES	168

5.5 COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS: MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) E MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA (MC).....	174
6. CONCLUSÕES.....	179
7. REFERÊNCIAS.....	181

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Microvestígios de elasmobrânquios da Formação Quiricó atribuídos a Hybodontiformes, indicando dentículos dérmicos e orais retirado do sedimento	25
Figura 2. Os tipos funcionais de dentículos dérmicos e suas respectivas espécies	28
Figura 3. Estrutura da superfície dorsal de um dentículo dérmico tricuspidado de <i>Scyliorhinus canicula</i>	30
Figura 4. Neuromastos livres (setas brancas) entre os dentículos dérmicos do tronco de <i>Glaucostegus typus</i>	32
Figura 5. Imagens de microscópio eletrônico das membranas sintéticas de pele de tubarão fabricadas	35
Figura 6. <i>Carcharias taurus</i> com a cavidade orofaríngea exposta evidenciando as regiões dorsal e ventral amostradas neste estudo.....	39
Figura 7. Morfologia geral dos dentículos orais.....	49
Figura 8. Reconstrução histórica dos diferentes morfotipos dos dentículos orais da cavidade orofaríngea na árvore filogenética de Naylor <i>et al.</i> (2012).....	50
Figura 9. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de embrião fêmea de <i>Heterodontus francisci</i>	53
Figura 10. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da região ventral da cavidade orofaríngea de embrião macho de <i>Heterodontus japonicus</i>	54
Figura 11. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de embrião fêmea de <i>Ginglymostoma cirratum</i>	55
Figura 12. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de macho adulto de <i>Chiloscyllium punctatum</i>	56
Figura 13. Microscopia eletrônica de varredura das papilas orais da cavidade orofaríngea de macho juvenil de <i>Orectolobus ornatus</i>	58
Figura 14. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de embrião fêmea de <i>Rhincodon typus</i>	59
Figura 15. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de embrião macho de <i>Alopias superciliosus</i>	61
Figura 16. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de macho adulto de <i>Alopias vulpinus</i>	62

Figura 17. Microscopia eletrônica de varredura das papilas orais da cavidade orofaríngea de embriões de <i>Carcharias taurus</i>	64
Figura 18. Microscopia eletrônica de varredura das papilas orais da cavidade orofaríngea de <i>Carcharias taurus</i>	66
Figura 19. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos e papilas orais da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Isurus oxyrinchus</i>	68
Figura 20. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos e papilas orais da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Lamna nasus</i>	69
Figura 21. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos e papilas orais da cavidade orofaríngea de fêmea juvenil de <i>Mitsukurina owstoni</i>	71
Figura 22. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos orais da região dorsal da cavidade orofaríngea de macho adulto de <i>Odontaspis ferox</i>	72
Figura 23. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos e papilas orais da cavidade orofaríngea de dois espécimes de <i>Atelomycterus marmoratus</i>	74
Figura 24. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos e papilas orais da cavidade orofaríngea de fêmea adulta de <i>Schroederichthys chilensis</i>	75
Figura 25. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos e papilas orais da cavidade orofaríngea de macho adulto de <i>Schroederichthys saurisqualus</i>	76
Figura 26. Microscopia eletrônica de varredura das papilas orais da cavidade orofaríngea de dois espécimes de <i>Scyliorhinus</i> sp.	77
Figura 27. Microscopia eletrônica de varredura das papilas orais da cavidade orofaríngea de fêmea adulta de <i>Scyliorhinus haeckelii</i>	79
Figura 28. Microscopia eletrônica de varredura das papilas orais da cavidade orofaríngea de macho adulto de <i>Scyliorhinus ugoi</i>	80
Figura 29. Microscopia eletrônica de varredura das papilas orais da cavidade orofaríngea de macho adulto de <i>Galeus melastomus</i>	82
Figura 30. Microscopia eletrônica de varredura das papilas orais da cavidade orofaríngea de fêmea adulta de <i>Parmaturus angelae</i>	83
Figura 31. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos e papilas orais da cavidade orofaríngea de fêmea embrião de <i>Galeorhinus galeus</i>	84
Figura 32. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos e papilas orais da cavidade orofaríngea de macho juvenil de <i>Mustelus asterias</i>	87
Figura 33. Microscopia eletrônica de varredura dos denticulos e papilas orais da cavidade orofaríngea de macho adulto de <i>Mustelus schmitti</i>	88

Figura 34. Microscopia eletrônica de varredura das papilas orais da cavidade orofaríngea de macho adulto de <i>Hemigaleus microstoma</i>	89
Figura 35. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de fêmea juvenil de <i>Carcharhinus brevipinna</i>	91
Figura 36. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de machos juvenis de <i>Carcharhinus leucas</i>	92
Figura 37. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de fêmea juvenil de <i>Carcharhinus limbatus</i>	93
Figura 38. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de duas fêmeas juvenis de <i>Carcharhinus obscurus</i>	94
Figura 39. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Carcharhinus plumbeus</i>	95
Figura 40. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de adulto de <i>Carcharhinus signatus</i>	97
Figura 41. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de dois indivíduos juvenis de <i>Galeocerdo cuvier</i>	98
Figura 42. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de macho juvenil de <i>Isogomphodon oxyrinchus</i>	99
Figura 43. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da região dorsal da cavidade orofaríngea de adulto de <i>Rhizoprionodon porosus</i>	101
Figura 44. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de fêmea adulta de <i>Scoliodon laticaudus</i>	102
Figura 45. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de macho juvenil de <i>Eusphyra blochii</i>	104
Figura 46. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de embrião de <i>Sphyrna tiburo</i>	105
Figura 47. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da região ventral da cavidade orofaríngea de dois espécimes de <i>Sphyrna tudes</i>	106
Figura 48. Microscopia eletrônica de varredura dos dentículos e papilas orais da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Sphyrna zygaena</i>	109
Figura 49. Os morfotipos funcionais de dentículos orais reportados nas espécies aqui estudadas.....	111
Figura 50. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais das regiões dorsal da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Lamna nasus</i>	126

Figura 51. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da região ventral da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Lamna nasus</i>	127
Figura 52. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais isolados da região dorsal da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Lamna nasus</i>	128
Figura 53. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais isolados da região ventral da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Lamna nasus</i>	129
Figura 54. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais isolados da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Lamna nasus</i>	130
Figura 55. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Lamna nasus</i>	131
Figura 56. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da região dorsal da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Carcharhinus leucas</i>	133
Figura 57. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da região ventral da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Carcharhinus leucas</i>	134
Figura 58. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da região dorsal da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Carcharhinus limbatus</i>	135
Figura 59. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da região ventral da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Carcharhinus limbatus</i>	136
Figura 60. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da região dorsal da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Carcharhinus obscurus</i>	137
Figura 61. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da região ventral da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Carcharhinus obscurus</i>	138
Figura 62. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da região dorsal da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Galeocerdo cuvier</i>	139
Figura 63. Microtomografia computadorizada dos dentículos orais da região ventral da cavidade orofaríngea de juvenil de <i>Galeocerdo cuvier</i>	140
Figura 64. Tipos de papilas encontradas nos tubarões examinados neste estudo	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Sumário de atributos ecológicos das espécies aqui estudadas.....	44
Tabela 2. Sumário da morfologia e densidade estimada (cm ²) dos dentículos dérmicos orais das regiões dorsal e ventral da cavidade orofaríngea das espécies examinadas.....	112
Tabela 3. Sumário da largura e densidade estimada (cm ²) das papilas orais das regiões dorsal e ventral da cavidade orofaríngea das espécies examinadas.	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Frequência dos morfotipos (%) encontrados nas espécies que possuem dentículos orais examinadas neste estudo.....	112
Gráfico 2. Tamanho em diâmetro (μm) dos dentículos orais nas espécies estudadas.....	116
Gráfico 3. Relação entre a densidade de dentículos orais por cm^2 nas regiões dorsal e ventral da cavidade orofaríngea nas espécies amostradas.	117
Gráfico 4. Relação entre o diâmetro das papilas orais (μm) nas espécies examinadas.	120
Gráfico 5. Relação entre a densidade de papilas por cm^2 nas regiões dorsal e ventral da cavidade orofaríngea nas espécies amostradas neste estudo.....	121
Gráfico 6. Dados sobre o desenvolvimento ontogenético das papilas, contendo informações de diâmetro (μm) das papilas com a densidade em cm^2 nas regiões dorsal e ventral da cavidade orofaríngea de espécimes de diferentes tamanhos de <i>Carcharias taurus</i>	122
Gráfico 7. Relação entre diâmetro (μm) das papilas e dos dentículos orais nas espécies estudadas em relação aos sexos.....	123
Gráfico 8. Relação entre a densidade (cm^2) de dentículos orais e papilas entre os sexos das espécies estudadas.....	124

1. INTRODUÇÃO

A Classe Chondrichthyes compreende os tubarões, raias e quimeras, conhecidos por cerca de 1292 espécies, sendo 1236 de tubarões e raias (subclasse Elasmobranchii) e 56 de quimeras (subclasse Holocephali) (FRICKE; ESCHMEYER; FONG, 2022). É um grupo de vertebrados de longa história evolutiva, com pouco mais de 400 milhões de anos (COLLIN, 2012), e têm como características principais a calcificação pericondral prismática no esqueleto cartilaginoso e tegumento que apresenta dentículos dérmicos, presença de cláspes, e presença de glândula retal (COMPAGNO, 2001; EBERT; FOWLER; COMPAGNO, 2013).

Dentre os tubarões, são usualmente reconhecidos dois grandes clados: Squalomorphii, representado por cinco ordens e 185 espécies (Hexanchiformes, Squaliformes, Echinorhiniformes, Squatiniformes e Pristiophoriformes); e Galeomorphii, grupo-irmão, composto por quatro ordens: Heterodontiformes, Orectolobiformes, Lamniformes e Carcharhiniformes, com cerca de 369 espécies (FRICKE; ESCHMEYER; FONG, 2022).

A superordem Galeomorphii é um grupo monofilético (SHIRAI, 1992, 1996; CARVALHO; MAISEY, 1996; CARVALHO, 1996). No entanto, já havia sido anteriormente abordada por outros estudos (e.g., REGAN, 1906; GARMAN, 1913; WHITE, 1937) com classificação diferente do arranjo estabelecido e até hoje adotada. O monofiletismo do grupo também é corroborado por caracteres moleculares, havendo, porém, resoluções filogenéticas a serem ainda definidas no âmbito das espécies (VÉLEZ-ZUAZO; AGNARSSON, 2011; NAYLOR *et al.*, 2012).

Dentre os Galeomorphii, a ordem Heterodontiformes é representada por uma família, um gênero (*Heterodontus*) e nove espécies distribuídas no Indo Pacífico. São animais de pequeno a médio porte (até 1,6 m de comprimento), associados ao substrato, com baixa mobilidade, onde se alimentam de invertebrados, apresentando modo reprodutivo por oviparidade (EBERT; FOWLER; COMPAGNO, 2013; EBERT; DANDO; FOWLER, 2021; FRICKE; ESCHMEYER; FONG, 2022).

Os Orectolobiformes incluem 45 espécies distribuídas em sete famílias e 13 gêneros. Distribuem-se mundialmente, com apenas duas espécies no Oceano Atlântico, já que são elasmobrânquios adaptados ao modo de vida em ambientes recifais do Indo Pacífico (EBERT;

FOWLER; COMPAGNO, 2013; EBERT; DANDO; FOWLER, 2021; FRICKE; ESCHMEYER; FONG, 2022). Todas as espécies (exceto o tubarão-baleia, *Rhincodon typus*) são associadas ao substrato de forma importante, onde passam a maior parte do tempo (COMPAGNO, 2001; GOMES *et al.*, 2010; EBERT; FOWLER; COMPAGNO, 2013). Apesar do pequeno número de espécies, exibem diversidade considerável, com parâmetros biológicos, hábitos e morfologia diversificada (COMPAGNO, 2001; EBERT; FOWLER; COMPAGNO, 2013). Seu tamanho varia desde pouco mais de 30 cm de comprimento em *Cirrhoscyllium expolatum* até 20 m em *R. typus*. A reprodução se dá por viviparidade com bolsa vitelínica ou oviparidade (EBERT; DANDO; FOWLER, 2021).

Tubarões Lamniformes estão agrupados em oito famílias, 11 gêneros e 16 espécies, todos associados aos ambientes pelágicos costeiros e oceânicos e a grande maioria de distribuição global (EBERT; FOWLER; COMPAGNO, 2013; FRICKE; ESCHMEYER; FONG, 2022). Usualmente, atingem grande tamanho, entre 2,5 e 11 m de comprimento, são nadadores ativos com adaptações fisiológicas e morfológicas que elevam a temperatura sanguínea acima da do ambiente marinho, através de um sistema complexo chamado *rete mirabile* (COMPAGNO, 2001; CAMPANA; MARKS; JOYCE, 2005). Sua reprodução se dá por viviparidade ovofágica e adelfofagia obrigatória em *Carcharias taurus* ou facultativa em *Isurus oxyrinchus* (COMPAGNO, 2001; EBERT; DANDO; FOWLER, 2021).

A mais diversa das ordens, Carcharhiniformes é conhecida por cerca de 299 espécies e dez famílias, distribuídas em todo o mundo em regiões costeiras e oceânicas, da superfície até grandes profundidades, e até mesmo em ambiente dulcícola (GADIG, 2001; GOMES *et al.*, 2010; EBERT; DANDO; FOWLER, 2021), das quais ocorrem cinco famílias e cerca de 45 espécies no Brasil (ROSA; GADIG, 2014). Como característica única apresenta membrana nictitante nos olhos, podendo ser rudimentar, como em Scyliorhinidae ou bem desenvolvida, como em Carcharhinidae e Sphyrnidae (GADIG, 2001; GOMES *et al.*, 2010).

Os Chondrichthyes exibem como sinapomorfia o tegumento revestido por dentículos dérmicos esmaltados, sendo essas estruturas amplamente distribuídas nos tubarões, em muitas raia e apenas na fase embrionária das quimeras (BIGELOW; SCHROEDER, 1948; COMPAGNO, 1977). Os dentículos dérmicos têm sido foco de numerosas pesquisas que consideram, principalmente, aspectos taxonômicos e hidrodinâmicos (RASCHI; TABIT, 1992; KEMP, 1999; MARSHALL, 2011; DILLON; NORRIS; O'DEA, 2017). De acordo com sua

funcionalidade, são reconhecidos cinco grupos principais de dentículos dérmicos: (1) redução de arrasto, (2) resistência à abrasão, (3) defesa, (4) luminescência e (5) funções generalizadas. Além de prover a proteção contra a abrasão, e a defesa contra ectoparasitas, os dentículos também acomodam órgãos sensoriais (REIF, 1985; DILLON; NORIS; O'DEA, 2017).

No entanto, dentículos dérmicos também estão presentes na membrana nictitante de Carcharhiniformes (RASCHI; TABIT, 1992; POSCAI *et al.*, 2017) e na cavidade orofaríngea (DANIEL, 1934; ATKINSON; COLLIN, 2012) e, neste caso, os estudos anatômicos são escassos, sobretudo com abordagem ecológica. A função dos dentículos orais não é claramente definida, embora haja postulações sobre sua ação mecânica complementar no processamento de alimentos, proteção contra abrasão da faringe e condução do fluxo de água através das fendas branquiais, notadamente das espécies com alta mobilidade e que dependem de ventilação *ram* (KEMP, 1999; ATKINSON; COLLIN, 2012; ATKINSON *et al.*, 2016).

Relacionadas aos dentículos orais, estão as papilas gustativas, responsáveis pela recepção de estímulos químicos associados à gustação, localizadas predominantemente em torno da boca, nas válvulas orais, na cavidade orofaríngea e muitas vezes também sobre a pele e seus apêndices (WHITEAR, 1971; GOMAHAR; PALZENBERGER; KOTRSCHAL, 1992; HANSEN; REUTTER, 2004). Em teleósteos, três tipos de papilas gustativas podem ser encontradas: o Tipo I projeta-se mais acima do epitélio circundante e tem uma depressão em torno de sua base, que é mais baixa que o epitélio circundante; já o Tipo II é semelhante ao Tipo I, mas não apresenta a depressão e por fim, o Tipo III ocorre dentro de um poro no epitélio (REUTTER; BREIPOHL; BIJVANK, 1974; ATKINSON *et al.*, 2016). Em elasmobrânquios, o sistema gustativo está relacionado à alimentação e incorpora o uso das papilas gustativas no processamento oral e avalia a palatabilidade dos alimentos (COLLIN, 2012).

Os primeiros trabalhos sobre o sistema gustativo em elasmobrânquios foram apresentados por Bateson (1890), Imms (1905), Cook e Neal (1921), Nelson (1970) e Whitear e Moate (1994a, 1994b, 1998). Mais recentemente, também foram tema de estudos publicados por Nakaya, Matsumoto e Suda (2008), Atkinson e Collin (2012), Laranjeira *et al.* (2015), Atkinson *et al.* (2016), Ciena *et al.* (2016), Ferrando *et al.* (2016), Rangel *et al.* (2016a, 2017, 2018) e Poscai *et al.* (2021, 2022). Ainda assim, estudos que enfatizem os aspectos morfofuncionais dessas estruturas relacionados à ontogenia e dimorfismo sexual em diferentes táxons com enfoque nos hábitos alimentares, níveis tróficos ou habitat ao qual a espécie está

associada são poucos. Com base no exposto anteriormente, foi desenvolvido um estudo anatômico, de distribuição e de densidade dos denticulos e papilas orais em, pelo menos 39 espécies de tubarões da superordem Galeomorphii e seus quatro clados: Heterodontiformes, Orectolobiformes, Lamniformes e Carcharhiniformes, relacionando a ecomorfologia e as possíveis implicações filogenéticas dessas estruturas.

6. CONCLUSÕES

A ocorrência dos diferentes morfotipos nas espécies analisadas indicou que funções generalizadas estavam presente na metade dos táxons examinados. Como esses dentículos orais são do modo contínuo (entre funções generalizadas e redução de arrasto), desempenham funções diferentes na cavidade orofaríngea, relacionadas à proteção contra abrasão e injúrias, canalização do fluxo de água para as papilas orais, entre outras. Isso indica que os dentículos orais não estão, necessariamente, relacionados à ecologia ou hábitos alimentares como se constata nos dentículos dérmicos do tegumento corpóreo.

Há indícios de dimorfismo sexual em *Atelomycterus marmoratus* (Atelomycteridae), onde os machos apresentam dentículos maiores em relação às fêmeas; em *Sphyrna tudes* (Sphyrnidae) ocorre o oposto. Adicionalmente, as fêmeas dessas duas espécies apresentaram maiores densidades de dentículos orais na cavidade orofaríngea do que os machos.

Em Scyliorhinidae e Pentanchidae, a ausência de dentículos orais na cavidade orofaríngea é possivelmente uma sinapomorfia. Em outros táxons também ocorreu a ausência dessas estruturas, como em Orectolobidae, Hemigaleidae (apenas um táxon analisado de cada família) e em um membro de Atelomycteridae.

O estudo dos dentículos dérmicos orais para fins taxonômicos não é usualmente utilizado devido às possíveis variações intra e interespecíficas na maioria das espécies de elasmobrânquios. No entanto, em alguns táxons, i.e., Heterodontidae, Mitsukurinidae e alguns Carcharhinidae, principalmente *Carcharhinus* spp., é possível identificar ao nível de família e gênero se houver disponibilidade de imagens e informações adequadas na literatura. Portanto essas estruturas podem ser consideradas ferramentas taxonômicas em determinados contextos amostrais.

Em relação às papilas orais, todas as espécies apresentaram essas estruturas distribuídas na cavidade orofaríngea. Levando-se em consideração apenas as duas regiões examinadas, os táxons apresentaram apenas um único tipo de papila cada. *Hemigaleus microstoma* foi a única espécie a apresentar a papila do Tipo I e os demais táxons a papila do Tipo II.

Em todos os estágios embrionários de *Carcharias taurus* (Carchariidae), somente as papilas orais estavam presentes. Uma alta densidade de papilas foi observada nos menores

embriões, podendo ter relação com a ovofagia/adelfofagia, as quais podem aumentar a percepção quimiossensorial dos embriões dentro do útero, uma vez que esses modos reprodutivos já estão em curso nestas classes de tamanho.

Adicionalmente, não podemos afirmar se a morfologia e distribuição das papilas estão estritamente relacionadas com a dieta e habitat das espécies. As variações encontradas podem ter maior relação com o parentesco entre os táxons, mas estudos complementares deverão ser realizados para elucidar essas questões.

Por meio dos diferentes métodos aqui empregados, i.e., microscopia eletrônica de varredura (MEV) e microtomografia computadorizada (MC), foi possível visualizar todas as estruturas dos dentículos e papilas orais, bem como efetuar as medições e estimativas de densidades. Nas análises por MEV, somente as papilas e as coroas dos dentículos foram observadas, enquanto a MC possibilitou a completa visualização de todas as estruturas dos dentículos: pedúnculo, placa basal e cavidade pulpar, assim como a distinção entre dentículos em formação e completamente desenvolvidos. Esta última, considerada uma técnica mais completa, que unida à MEV, tornam-se uma combinação eficaz para o estudo dessas estruturas.

Por fim, variações morfológicas ontogenéticas e espaciais intraespecíficas dos diferentes morfotipos de dentículos dérmicos orais, e a ausência de um volume maior de estudos específicos sobre essas estruturas, bem como a abordagem funcional aliada à ecologia, são obstáculos que devem ser superados para auxiliar na compreensão e elucidação de algumas questões em relação a esse grupo importante de vertebrados.

7. REFERÊNCIAS

- AGUILERA O.; LUZ, Z.; CARRILLO-BRICEÑO, J. D.; KOCSIS, L.; VENNEMANN T. W.; DE TOLEDO, P. M.; NOGUEIRA, A.; AMORIM, K. B.; MORAES-SANTOS, H.; POLCK, M. R.; RUIVO, M. L.; LINHARES, A. P.; MONTEIRO-NETO, C. Neogene sharks and rays from the Brazilian 'Blue Amazon'. **PLoS One**, v. 12, n. 8, p. e0182740, 2017.
- AMARAL, C. R. L.; PEREIRA, F.; SILVA, D. A.; AMORIM, A.; CARVALHO, E. F. The mitogenomic phylogeny of the Elasmobranchii (Chondrichthyes). **Mitochondrial DNA Part a**, v. 29, n. 6, p. 867-878, 2017.
- ANDREEV, P. S.; COATES, M. I.; KARATAJUTE-TALIMAA, V.; SHELTON, R. M.; COOPER, P. R.; SANSOM, I. J. Egeostolepis and its kin, the earliest monodontode chondrichthyans. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 37, n. 1, p. e1245664, 2017.
- ANKHELYI, M. V.; WAINWRIGHT, D. K.; LAUDER, G. V. Diversity of dermal denticle structure in sharks: Skin surface roughness and three-dimensional morphology. **Journal of morphology**, v. 279, n. 8, p. 1132-1154, 2018.
- APPLEGATE, S. P. A survey of Shark hard parts. *In*: GILBERT, P.; MATHEWSON, R.; RALL, D. (org.). **Sharks, skates and rays**. Baltimore: Johns Hopkins Press, p. 37-67, 1967.
- ATKINSON, C. J. L. The Gustatory System of Elasmobranchs: morphology, distribution and development of oral papillae and oral denticles. Tese (Doutorado) - School of Biomedical Sciences, The University of Queensland, Australia, 2011.
- ATKINSON, C. J. L.; COLLIN, S. P. Structure and topographic distribution of oral denticles in elasmobranch fishes. **The Biological Bulletin**, v. 222, n. 1, p. 26-34, 2012.
- ATKINSON, C. J. L.; MARTIN, K. J.; FRASER, G. J.; COLLIN, S. P. Morphology and distribution of taste papillae and oral denticles in the developing oropharyngeal cavity of the bamboo shark, *Chiloscyllium punctatum*. **Biology Open**, 2016.
- AWRUCH, C. A. Reproduction strategies. *In*: SHADWICK, R.; FARRELL, A.; BRAUNER, C. **Physiology of Elasmobranch Fishes: Structure and Interaction with Environment**. Academic Press, p. 255-310, 2015.
- AYACHE, J., BEAUNIER, L., BOUMENDIL, J., EHRET, G., & LAUB, D. (2010). Artifacts in transmission electron microscopy. *In*: Sample preparation handbook for transmission electron microscopy New York, Springer New York, p. 125-170, 2010.

BAHAMONDE, N. Alimentación de la Pintarroja (*Halaehurus chilensis* (Guichenot), 1948). **Investigaciones Zoológicas Chilenas**, v. 1, p. 3-5, 1952.

BAR-COHEN, Y. **Biomimetics: biologically inspired technologies**. CRC Press, 2005.

BAR-COHEN, Y. Biomimetics-using nature as an inspiring model for innovation. *In: 2006 ASNT Spring Research Symposium*. 2006.

BARKER, S. M.; PEDDEMORS, V. M.; WILLIAMSON, J. E. A video and photographic study of aggregation, swimming and respiratory behaviour changes in the Grey Nurse Shark (*Carcharias taurus*) in response to the presence of SCUBA divers. **Marine and Freshwater Behaviour and Physiology**, v. 44, n. 2, p. 75-92, 2011.

BATESON, W. The sense-organs and perceptions of fishes; with remarks on the supply of bait. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (New Series)**, v. 1, n. 03, p. 225-256, 1890.

BECERRIL-GARCÍA, E. E.; PANCALDI, F.; CRUZ-VILLACORTA, A. A.; RIVERA-CAMACHO, A. R.; AGUILAR-CRUZ, C. A.; WHITEHEAD, D. A.; GONZÁLEZ-ARMAS, R.; ARELLANO-MARTÍNEZ, M.; GALVÁN-MAGAÑA, F. General descriptions of the dermis structure of a juvenile whale shark *Rhincodon typus* from the Gulf of California. **Journal of Fish Biology**, v. 99, n. 4, p. 1524-1528, 2021.

BECHERT, D. W.; BARTENWERFER, M.; HOPPE, G.; REIF, W. E. Drag reduction mechanisms derived from shark skin. **ICAS**, v. 2, p. 1044-1068, 1986.

BELICKA, L. L.; MATICH, P.; JAFFÉ, R.; HEITHAUS, M. R. Fatty acids and stable isotopes as indicators of early-life feeding and potential maternal resource dependency in the bull shark *Carcharhinus leucas*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 455, p. 245-256, 2012.

BELLEGGIA, M.; BATTAGLIOTTI, C.; CORTÉS, F.; COLONELLO, J. H. Feeding together: a global diet analysis of twenty-three species of Chondrichthyes on a feeding ground area. **Hydrobiologia**, v. 842, n. 1, p. 77-99, 2019.

BERIO, F.; EVIN, A.; GOUEMAND, N.; DEBIAIS-THIBAUD, M. The intraspecific diversity of tooth morphology in the large-spotted catshark *Scyliorhinus stellaris*: insights into the ontogenetic cues driving sexual dimorphism. **Journal of Anatomy**, v. 237, n. 5, p. 960-978, 2020.

BETHEA, D. M.; BUCKEL, J. A.; CARLSON, J. K. Foraging ecology of the early life stages of four sympatric shark species. **Marine Ecology Progress Series**, v. 268, p. 245-264, 2004.

BIGELOW, H. B.; SCHROEDER, W. C. Fishes of the Western North Atlantic. Part 1 (Lancelets, Cyclostomes, Sharks). **Memoir, Sears Foundation for Marine Research**, v. 1, 576 p., 1948.

BOR, P. H. F.; VAN OIJEN, M. J. P.; MAGENTA, C. The egg capsule of the coral cat shark, *Atelomycterus marmoratus* (Bennett, 1830) (Chondrichthyes: Scyliorhinidae). **Zoologische Mededelingen**, v. 77, p. 325-330, 2003.

BRITO, P. M.; JANVIER, P. A ptychodontid (Chondrichthyes, Elasmobranchii) from the Upper Cretaceous of South America. **Geodiversitas**, v. 24, n. 4, p. 785-790, 2002.

CAMPANA, S. E.; MARKS, L.; JOYCE, W. The biology and fishery of shortfin mako sharks (*Isurus oxyrinchus*) in Atlantic Canadian waters. **Fisheries Research**, v. 73, n. 3, p. 341-352, 2005.

CAPPETTA, H. Chondrichthyes II, Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. **Handbook of Paleoichthyology**, v. 3, p. 1-193, 1987.

CARVALHO, M. R. Higher-level elasmobranch phylogeny, basal squalians, and paraphyly. **Interrelationships of fishes**, v. 3, p. 593-660, 1996.

CARVALHO, M. R.; MAISEY, J. G. Phylogenetic relationships of the late jurassic shark *Protospinax* Woodward 1919 (Chondrichthyes: Elasmobranchii). **Mesozoic fishes—systematics and paleoecology**, p. 9-46, 1996.

CARVALHO, M. R.; KRIWET, J.; THIES, D. A systematic and anatomical revision of Late Jurassic angelsharks (Chondrichthyes: Squatinidae). **Mesozoic fishes**, v. 4, p. 469-502, 2008.

CASTRO, J. I. The biology of the golden hammerhead, *Sphyrna tudes*, off Trinidad. **Environmental Biology of Fishes**, v. 24, n. 1, p. 3-11, 1989.

CASTRO, J. I. The biology of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off the Florida east coast and the Bahama Islands. **Environmental Biology of Fishes**, v. 58, n. 1, p. 1-22, 2000.

CASTRO, J. I. A primer on shark reproduction for aquarists. **Reproduction of marine life, birth of new life**, p. 52-69, 2013.

CHAHUD, A. Chondrichthyes Indeterminados do Membro Taquaral (Permiano, Formação Irati) no Estado de São Paulo (Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v. 47, 2018.

CHAHUD, A. Holocephali From the Irati Formation (Paraná Basin), Brazil: Origin, Paleogeographical and Paleoenvironmental Considerations. **bioRxiv**, 2020.

CHAHUD, A. The Taquaral Member, Irati Formation (Paraná Basin, Permian): a synthesis of paleontological studies. **Estudios Geológicos**, v. 77, n. 1, p. e139, 2021.

CHAHUD, A.; PACHECO, M. L. A. F.; MEIRA, F. E.; ROMERO, G. R.; PETRI, S. Paleontology and depositional environments of the Tatuí and Irati formations (Permian) in the Ponte Nova Farm, Ipeúna, state of São Paulo. **Brazilian Journal of Geology**, v. 42, n. 1, p. 198-212, 2012.

CHAHUD, A.; PETRI, S. Chondrichthyes no Membro Taquaral, base da Formação Irati, no centro-leste do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Geologia**, v. 21, n. 2, p. 169-179, 2008.

CHAHUD, A.; PETRI, S. Levantamento dos cladodontes sul-americanos e novos espécimes do Membro Taquaral (Formação Irati, Permiano), Bacia do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 67, 2012.

CHAHUD, A.; PETRI, S. New chondrichthyans from the Irati Formation (Early Permian, Paraná Basin), Brazil: origin, paleoenvironmental and paleogeographical considerations. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 125, n. 4, p. 437-445, 2014.

CHAHUD, A.; PETRI, S. Geologia e Paleontologia da Formação Irati (Eopermiano, Bacia do Paraná) no Rio Passa Cinco, Estado de São Paulo. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, v. 6, n. 1, p. 110-120, 2015a.

CHAHUD, A.; PETRI, S. Geology and taphonomy of the base of the Taquaral Member, Irati Formation (Permian, Paraná Basin), Brazil. **Acta Geologica Polonica**, v. 65, n. 3, p. 379-387, 2015b.

CHANG, W.; LEU, M.; FANG, L. Embryos of the whale shark, *Rhincodon typus*: early growth and size distribution. **Copeia**, v. 1997, n. 2, p. 444-446, 1997.

CIENA, A. P.; RANGEL, B. S.; BRUNO, C. E. M.; MIGLINO, M. A.; AMORIM, A. F.; RICCI, R. E. G.; WATANABE, I. Morphological aspects of oral denticles in the sharpnose shark *Rhizoprionodon lalandii* (Müller and Henle, 1839) (Elasmobranchii, Carcharhinidae). **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 45, n. 2, p. 109-114, 2016.

COLLIN, S. P. The neuroecology of cartilaginous fishes: sensory strategies for survival. **Brain, Behavior and Evolution**, v. 80, n. 2, p. 80-96, 2012.

COMPAGNO, L. J. V. Phyletic relationships of living sharks and rays. **American Zoologist**, v. 17, n. 2, p. 303-322, 1977.

COMPAGNO, L. J. V. FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date, Pt. 1-Hexanchiformes to Lamniformes. 1984a.

COMPAGNO, L. J. V. FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. **Carcharhiniformes: FAO Fisheries Synopsis**, n. 125, p. 251-655, 1984b.

COMPAGNO, L. J. V. Sharks of the order Carcharhiniformes. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1988.

COMPAGNO, L. J. V.; STEVENS, J. D. *Galeus gracilis* n. sp., a new sawtail catshark from Australia, with comments on the systematics of the genus *Galeus* Rafinesque, 1810 (Carcharhiniformes: Scyliorhinidae). **Records of the Australian Museum**, v. 45, n. 2, p. 171-194, 1993a.

COMPAGNO, L. J. V.; STEVENS, J. D. *Hemitriakis falcata* n. sp. and *H. abdita* n. sp., two new houndsharks (Carcharhiniformes: Triakidae) from Australia. **Records of the Australian Museum**, v. 45, n. 2, p. 195-220, 1993b.

COMPAGNO, L. J. V. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). **FAO Species Catalogue for Fisheries Purposes**. n. 1, v. 2, 269 p, 2001.

COMPAGNO, L. J. V.; WHITE, W. T.; LAST, P. R. *Glyphis garricki* sp. nov., a new species of river shark (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) from northern Australia and Papua New Guinea, with a redescription of *Glyphis glyphis* (Müller & Henle, 1839). **Descriptions of New Australian Chondrichthyans. CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper**, v. 22, n. 358, p. 203-225, 2008.

COMPAGNO, L. J. V.; WHITE, W. T.; CAVANAGH, R. D. *Glyphis fowlerae* sp. nov., a new species of river shark (Carcharhiniformes; Carcharhinidae) from northeastern Borneo. **Descriptions of new sharks and rays from Borneo**, p. 29-44, 2010.

COOK, M. H.; NEAL, H. V. Are the taste-buds of elasmobranchs endodermal in origin? **Journal of Comparative Neurology**, v. 33, n. 1, p. 45-63, 1921.

CORTÉS, E. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. **ICES Journal of marine science**, v. 56, n. 5, p. 707-717, 1999.

CORTÉS-FUENTES, C.; SIMENTAL-ANGUIANO, M. R.; GALVÁN-MAGAÑA, F.; MEDINA-LÓPEZ, M. A. Feeding habits of the horn shark *Heterodontus francisci* (Girard, 1855) in the northwest of Baja California Sur, Mexico. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 36, n. 2, p. 197-202, 2020.

CRANG, R. F. E.; KLOMPARENS, K. L. **Artifacts in biological electron microscopy**. Plenum Press, New York, 233 p., 1988.

CROOKS, N.; BABEY, L.; HADDON, W. J.; LOVE, A. C.; WARING, C. P. Sexual dimorphisms in the dermal denticles of the lesser-spotted catshark, *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758). **PLoS One**, v. 8, n. 10, p. e76887, 2013.

CROSS, J. N. Aspects of the biology of two scyliorhinid sharks, *Apristurus brunneus* and *Parmaturus xaniurus*, from the upper continental slope off Southern California. **Fishery Bulletin**, v. 86, n. 4, p. 691-702, 1988.

DA SILVA, J. P. C. da; LOBODA, T. S. *Potamotrygon marquesi*, a new species of neotropical freshwater stingray (Potamotrygonidae) from the Brazilian Amazon Basin. **Journal of Fish Biology**, v. 95, n. 2, p. 594-612, 2019.

DANIEL, J. F. **The elasmobranch fishes**. University of California Press, California, 332 p, 1934.

DAS, S.; BHOWMICK, M.; CHATTOPADHYAY, S. K.; BASAK, S. Application of biomimicry in textiles. **Current Science**, p. 893-901, 2015.

DEAN, B.; BHUSHAN, B. Shark-skin surfaces for fluid-drag reduction in turbulent flow: a review. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 368, n. 1929, p. 4775-4806, 2010.

DECROSTA, M. A.; TAYLOR JR, L. R.; PARRISH, J. D. Age determination, growth, and energetics of three species of carcharhinid sharks in Hawaii. *In: Proceedings of the Second Symposium on Resource Investigations in the Northwest Hawaiian Islands*, Vol. 2, May 25–27, University of Hawaii Sea Grant MR-84-01, p. 75–95, 1984.

DEYNAT, P. P.; SÉRET, B. Le revêtement cutané des raies (Chondrichthyes, Elasmobranchii, Batoidea). I- Morphologie et arrangement des denticules cutanés. *In: Annales des sciences naturelles. Zoologie et biologie animale*, p. 65-83, 1996.

DICKEN, M. L.; HUSSEY, N. E.; CHRISTIANSEN, H. M.; SMALE, M. J.; NKABI, N.; CLIFF, G.; WINTNER, S. P. Diet and trophic ecology of the tiger shark (*Galeocerdo cuvier*) from South African waters. **PloS One**, v. 12, n. 6, p. e0177897, 2017.

DILLON, E. M.; NORRIS, R. D.; O'DEA, A. O. Dermal denticles as a tool to reconstruct shark communities. **Marine Ecology Progress Series**, v. 566, p. 117-134, 2017.

DILLON, E. M.; MCCAULEY, D. J.; MORALES-SALDAÑA, J. M.; LEONARD, N. D.; ZHAO, J.; O'DEA, A. Fossil dermal denticles reveal the preexploitation baseline of a Caribbean coral reef shark community. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 118, n. 29, 2021.

DOMEL, A. G.; DOMEL, G.; WEAVER, J. C.; SAADAT, M.; BERTOLDI, K.; LAUDER, G. V. Hydrodynamic properties of biomimetic shark skin: effect of denticle size and swimming speed. **Bioinspiration & biomimetics**, v. 13, n. 5, p. 056014, 2018.

DUCHATELET, L.; MORIS, V. C.; TOMITA, T.; MAHILLON, J.; SATO, K.; BEHETS, C.; MALLEFET, J. The megamouth shark, *Megachasma pelagios*, is not a luminous species. **PloS One**, v. 15, n. 11, p. e0242196, 2020.

DUFFY, C. A. J. Further records of the goblin shark, *Mitsukurina owstoni* (Lamniformes: Mitsukurinidae), from New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, v. 24, n. 2, p. 167-171, 1997.

DUNDAR ARISOY, F.; KOLEWE, K. W.; HOMYAK, B.; KURTZ, I. S.; SCHIFFMAN, J. D.; WATKINS, J. J. Bioinspired Photocatalytic Shark-Skin Surfaces with Antibacterial and Antifouling Activity via Nanoimprint Lithography. **ACS applied materials & interfaces**, v. 10, n. 23, p. 20055-20063, 2018.

EBERT, D. A.; COWLEY, P. D.; COMPAGNO, L. J. V. A preliminary investigation of the feeding ecology of catsharks (Scyliorhinidae) off the west coast of southern Africa. **South African Journal of Marine Science**, v. 17, n. 1, p. 233-240, 1996.

EBERT, D. A.; FOWLER, S. L.; COMPAGNO, L. J. V. **Sharks of the world: a fully illustrated guide**. Wild Nature Press, California, 528 p., 2013.

EBERT, D. A.; STEHMANN, M. F. W. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 7. **Sharks, Batoids and Chimaeras of the North Atlantic**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.

EBERT, D. A.; WHITE, W. T.; HO, H.; LAST, P. R.; NAKAYA, K.; SÉRET, B.; STRAUBE, N.; NAYLOR, G. J. P.; DE CARVALHO, M. An annotated checklist of the chondrichthyans of Taiwan. **Zootaxa**, v. 3752, n. 1, p. 279-386, 2013.

EBERT, D. A.; CLERKIN, P. J. A new species of deep-sea catshark (Scyliorhinidae: Bythaelurus) from the southwestern Indian Ocean. **Journal of the Ocean Science Foundation**, v. 15, p. 53-63, 2015.

EBERT, D. A.; DANDO, M.; FOWLER, S. **Sharks of the World. A Complete Guide**. Plymouth, Wild Nature Press, 607 p., 2021.

ELLIS, J. R.; SHACKLEY, S. E. Ontogenic changes and sexual dimorphism in the head, mouth and teeth of the lesser spotted dogfish. **Journal of Fish Biology**, v. 47, n. 1, p. 155-164, 1995.

ELSHEIKH, E. H.; NASR, E. S.; GAMAL, A. M. Ultrastructure and distribution of the taste buds in the buccal cavity in relation to the food and feeding habit of a herbivorous fish: *Oreochromis niloticus*. **Tissue and Cell**, v. 44, n. 3, p. 164-169, 2012.

FEICHTINGER, I.; ENGELBRECHT, A.; LUKENEDER, A.; KRIWET, J. New chondrichthyans characterised by cladodont-like tooth morphologies from the Early Cretaceous of Austria, with remarks on the microstructural diversity of enameloid. **Historical Biology**, v. 32, n. 6, p. 823-836, 2020.

FEICHTINGER, I.; ENGELBRECHT, A.; LUKENEDER, A.; KRIWET, J. Comment on “An early Miocene extinction in pelagic sharks”. **Science**, v. 374, n. 6573, p. eabk0632, 2021.

FELD, K.; Kolborg, A. N.; Nyborg, C. M.; Salewski, M.; Steffensen, J. F.; Berg-Sørensen, K. Dermal denticles of three slowly swimming shark species: microscopy and flow visualization. **Biomimetics**, v. 4, n. 2, p. 38, 2019.

FERGUSON, I. K.; GRAHAM, K. J.; COMPAGNO, L. J. V. Distribution, abundance and biology of the smalltooth sandtiger shark *Odontaspis ferox* (Risso, 1810)(Lamniformes: Odontaspidae). **Environmental biology of fishes**, v. 81, n. 2, p. 207-228, 2008.

FERRANDO, S.; GALLUS, L.; GAMBARDELLA, C.; CROCE, D.; DAMIANO, G.; MAZZARINO, C.; VACCHI, M. First description of a palatal organ in *Chimaera monstrosa* (Chondrichthyes, Holocephali). **The Anatomical Record**, v. 299, n. 1, p. 118-131, 2016.

FERRÓN, H.; PLA, C.; MARTÍNEZ-PÉREZ, C.; ESCUDERO-MOZO, M. J.; BOTELLA, H. Morphometric Discriminant Analysis of isolated chondrichthyan scales for palaeoecological inferences: The Middle Triassic of the Iberian Chain (Spain) as a case of study. **Journal of Iberian Geology**, v. 40, n.1, p. 87-97, 2014.

FERRÓN, H. G.; BOTELLA, H. Squamation and ecology of thelodonts. **PloS One**, v. 12, n. 2, p. e0172781, 2017.

FERRÓN, H. G.; PAREDES-ALIAGA, M. V.; MARTÍNEZ-PÉREZ, C.; BOTELLA, H. Bioluminescent-like squamation in the galeomorph shark *Apristurus ampliceps* (Chondrichthyes: Elasmobranchii). **Contributions to Zoology**, v. 87, n. 3, p. 187-196, 2018.

FERRÓN, H. G.; HERRAIZ, J. L.; BOTELLA, H.; MARTÍNEZ-PÉREZ, C. Pre-Messinian ecological diversity of Mediterranean sharks revealed by the study of their dermal denticles. **Spanish Journal of Palaeontology**, v. 34, n. 2, p. 289-298, 2019.

FIGUEROA, R. T.; GALLO, V. New chondrichthyan fin spines from the Pedra de Fogo Formation, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 76, p. 389-396, 2017.

FIGUEROA, R. T.; DA COSTA MACHADO, D. M. The Paleozoic ichthyofauna of the Amazonas and Parnaíba basins, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 82, p. 122-132, 2018.

FILIZ, H.; TASKAVAC, E. Sexual dimorphism in the head, mouth, and body morphology of the smallspotted catshark, *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes: Scyliorhinidae) from Turkey. **Acta Adriatica**, v. 47, n. 1, p. 37-47, 2006.

FLETCHER, T. M. **The evolution of speed: an empirical and comparative analysis of drag-reducing scales in early fishes**. Tese de Doutorado. University of Leeds, 2015.

FOFANDI, M.; ZALA, M. S.; KOYA, M. Observations on selected biological aspects of the spadenose shark (*Scoliodon laticaudus* Müller & Henle, 1838), landed along Saurashtra coast. **Indian Journal of Fisheries**, v. 60, n. 1, p. 51-54, 2013.

FORD, E. A contribution to our knowledge of the life-histories of the dogfishes landed at Plymouth. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 12, n. 3, p. 468-505, 1921.

FOSSILE, T.; FERREIRA, J.; BANDEIRA, D. R.; DIAS-DA-SILVA, S.; COLONESE, A. C. Integrating zooarchaeology in the conservation of coastal-marine ecosystems in Brazil. **Quaternary International**, v. 545, p. 38-44, 2020.

FRAGOSO, L. G. C.; BITTENCOURT, J. S.; MATEUS, A. L. D.; CUZZUOL, M. A.; RICHTER, M. Shark (Chondrichthyes) microremains from the Lower Cretaceous Quiricó Formation, Sanfranciscana Basin, Southeast Brazil. **Historical Biology**, v. 33, n. 8, p. 1308-1316, 2019.

FRANCIS, M. P.; NATANSON, L. J.; CAMPANA, S. E. The biology and ecology of the porbeagle shark, *Lamna nasus*. In: CAMHI, M. D.; PIKITCH, E. K.; BABCOCK, E. A. (Ed). **Sharks of the Open Ocean: Biology, Fisheries and Conservation**, p. 105-113, 2008.

FRASER, G. J.; CERNY, R.; SOUKUP, V.; BRONNER-FRASER, M.; STREELMAN, J. T. The odontode explosion: the origin of tooth-like structures in vertebrates. **Bioessays**, v. 32, n. 9, p. 808-817, 2010.

FRENCH, G. C. A.; STÜRUP, M.; RIZZUTO, S.; VAN WYK, J. H.; EDWARDS, D., DOLAN, R. W.; HUGHES, W. O. H. The tooth, the whole tooth and nothing but the tooth: tooth shape and ontogenetic shift dynamics in the white shark *Carcharodon carcharias*. **Journal of Fish Biology**, v. 91, n. 4, p. 1032-1047, 2017.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; FONG, J. D. **Eschmeyer's catalog of fishes: genera/species by family/subfamily**. 2022. Disponível em: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>. Acesso em: 04 jun. 2022.

FUSS, T.; BLECKMANN, H.; SCHLUESSEL, V. Place learning prior to and after telencephalon ablation in bamboo and coral cat sharks (*Chiloscyllium griseum* and *Atelomyxerus marmoratus*). **Journal of Comparative Physiology A**, v. 200, n. 1, p. 37-52, 2014.

GADIG, O. B. F. **Tubarões da costa brasileira**. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 343 p, 2001.

GARMAN, S. The Plagiostomia (sharks, skates, and rays). **Memoirs of the Museum of Comparative Zoology, Harvard College**, v. 36, p. 73, 1913.

GARRICK, J. A. F. Additional information on the morphology of an embryo whale shark. **Proceedings of the United States National Museum**, 1964.

GILBERT, P. A revision of the hammerhead sharks (Family Sphyrnidae). **Proceedings of the US National Museum**, v. 119, p. 1-87, 1967.

GILMORE, R. G.; DODRILL, J. W.; LINLEY, P. A. Reproduction and embryonic development of the sand tiger shark, *Odontaspis taurus* (Rafinesque). **Fishery Bulletin**, v. 81, n. 2, p. 201-225, 1983.

GILMORE, R. G. Reproductive biology of lamnoid sharks. **Environmental Biology of Fishes**, v. 38, n. 1, p. 95-114, 1993.

GILMORE, R. G.; PUTZ, O.; DODRILL, J. W. Oophagy, intrauterine cannibalism and reproductive strategy in lamnoid sharks. **Reproductive biology and phylogeny of Chondrichthyes: sharks, batoids and chimaeras**. Science Publishers, Enfield, New Hampshire: p. 435–462, 2005.

GOMAH, A.; PALZENBERGER, M.; KOTRSCHAL, K. Density and distribution of external taste buds in cyprinids. **Environmental Biology of Fishes**, v. 33, n. 1-2, p. 125-134, 1992.

GOMES, U. L.; SIGNORI, C. M.; GADIG, O. B. F.; SANTOS, H. R. S. **Guia para identificação de tubarões e raias do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Technical Books, p. 234, 2010.

GOSZTONYI, A. E. Sobre el dimorfismo sexual secundario en *Halaehurus bivius* (Muller y Henle, 1841) (Elasmobranchii, Scyliorhinidae) em águas Patagonico-Fueguinas. **Physis Série A**, v. 32, n. 85, p. 317-323, 1973.

GROVER, C. A. Juvenile denticles of the swell shark *Cephaloscyllium ventriosum*: function in hatching. **Canadian Journal of Zoology**, v. 52, n. 3, p. 359-363, 1974.

GUNN, J. S.; STEVENS, J. D.; DAVIS, T. L. O.; NORMAN, B. M. Observations on the short-term movements and behaviour of whale sharks (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef, Western Australia. **Marine Biology**, v. 135, n. 3, p. 553-559, 1999.

GUTTERIDGE, A. N.; BENNETT, M. B. Functional implications of ontogenetically and sexually dimorphic dentition in the eastern shovelnose ray, *Aptychotrema rostrata*. **Journal of Experimental Biology**, v. 217, n. 2, p. 192-200, 2014.

HAMPE, O. Revision of the Xenacanthida (Chondrichthyes: Elasmobranchii) from the Carboniferous of the British Isles. **Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh**, v. 93, n. 3, p. 191-237, 2002.

HANSEN, A.; REUTTER, K. Chemosensory systems in fish: structural, functional and ecological aspects. In: EMDE, G.; MOGDANS, J.; KAPOOR, B. G. (ed.) **The Senses of Fish**. Springer: Netherlands, p. 55-89, 2004.

HART, N. S.; COLLIN, S. P. Sharks senses and shark repellents. **Integrative zoology**, v. 10, n. 1, p. 38-64, 2015.

HAUSHERR, J. M.; FISCHER, F.; ALTSTÄDT, V.; KRENKEL, W. Material characterisation of C/SiC: Comparison of computed tomography and scanning electron microscopy. In: **Conference on Damage in Composite Materials**. Stuttgart, 2006.

HEITHAUS, M. R. Predator-prey interactions. In: CARRIER J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. (eds). **Biology of sharks and their relatives**. CRC Press, Boca Raton, Florida, p. 487-521, 2004.

HERTWIG, O. Ueber Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. **Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft**, v. 8, p. 221-404, 1874.

HERTWIG, O. Ueber das Hautskelet der fische, **Morphologisches Jahrbuch**, v. 2, p. 238-395, 1876.

HERTWIG, O. Ueber das Hautskelet der fische. 2: Das Hautskelet der ganoiden (*Lepidosteus* und *Polypterus*). **Morphologisches Jahrbuch**, v. 5, p. 1-21, 1879.

HEUPEL, M. R.; HUETER, R. E. Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) within a coastal nursery area. **Marine and Freshwater Research**, v. 53, n. 2, p. 543-550, 2002.

HÖVEL, A.; OMMER, S.; ZIEGLER, T. Keeping and breeding of the coral catshark (*Atelomycterus marmoratus*) at the Aquarium of the Cologne Zoo. **Der Zoologische Garten**, v. 79, n. 6, p. 243-253, 2010.

IMMS, A. D. On the Oral and Pharyngeal Denticles of Elasmobranch Fishes. **Proceedings of the Zoological Society of London**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, p. 41-43, 1905.

JOLLIE, M. Some implications of the acceptance of a delamination principle. In: ORVIG, T. (ed.) **Current problems of lower vertebrate phylogeny**. Nobel Symposium 4, Almquist and Wiskell Stockholm, Stockholm, p. 89-107, 1968.

JOYCE, W. N.; CAMPANA, S. E.; NATANSON, L. J.; KOHLER, N. E.; PRATT JR, H. L.; JENSEN, C. F. Analysis of stomach contents of the porbeagle shark (*Lamna nasus* Bonnaterre) in the northwest Atlantic. **ICES Journal of Marine Science**, v. 59, n. 6, p. 1263-1269, 2002.

KAJIURA, S.; TRICAS, T. Seasonal dynamics of dental sexual dimorphism in the Atlantic stingray *Dasyatis sabina*. **The Journal of Experimental Biology**, v. 199, n. 10, p. 2297-2306, 1996.

KAJIURA, S. M.; TYMINSKI, J. P.; FORNI, J. B.; SUMMERS, A. P. The sexually dimorphic cephalofoil of bonnethead sharks, *Sphyrna tiburo*. **Biological Bulletin**, v. 209, p. 1-5, 2005.

KALLENBACH, E. The fine structure of Tomes' process of rat incisor ameloblasts and its relationship to the elaboration of enamel. **Tissue and Cell**, v. 5, n. 3, p. 501-524, 1973.

KEMP, N. E. Integumentary system and teeth. In: HAMLETT, W.C. (ed). **Sharks, Skates and Rays. The Biology of Elasmobranch Fishes**. John Hopkins University, Baltimore, p. 43-68, 1999.

KLAATSCH, H. Zur Morphologie der Fischeschuppen und zur Geschichte der Hartschubstanzgewebe. **Morphologisches Jahrbuch**, v. 16, p. 97-196, 1890.

KYNE, P. M.; SIMPFENDORFER, C. A. Deepwater chondrichthyans. In: CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. (ed.). **Sharks and their relatives II**. CRC Press, p. 53-130, 2010.

LARANJEIRA, M. E.; GUIMARÃES, J. P.; AMORIM, A. F.; ROTUNDO, M.; RICCI, R. E. G.; MARI, R. B. Ultrastructure of dermal denticles in sharpnose shark (*Rhizoprionodon lalandii*) (Elasmobranchii, Carcharhinidae). **Microscopy Research and Technique**, v. 78, n. 10, p. 859-864, 2015.

LAST, P. R.; MARSHALL, L. J.; WHITE, W. T. *Squalus nasutus* sp nov, a new long-snout spurdog of the japonicus group from the Indian Ocean. *In*: LAST, P. R.; WHITE, W. T.; POGONOSKI, J. J. (ed.). **Descriptions of new dogfishes of the genus *Squalus* (Squaloidea: Squalidae)**. Hobart, Tasmania, CSIRO Marine and Atmospheric Research, p. 83-90, 2007.

LIM, D. D.; MOTTA, P.; MARA, K.; MARTIM, A. P. Phylogeny of hammerhead sharks (Family Sphyrnidae) inferred from mitochondrial and nuclear genes. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 55, p. 572-279, 2010.

LESSA, R.; BATISTA, V.; ALMEIDA, Z. Occurrence and biology of the daggernose shark *Isogomphodon oxyrhynchus* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) off the Maranhão coast (Brazil). **Bulletin of Marine Science**, v. 64, n. 1, p. 115-128, 1999.

LLOYD, C. J.; PEAKALL, J.; BURNS, A. D.; KEEVIL, G. M.; DORRELL, R. M.; WIGNALL, P. B.; FLETCHER, T. M. Hydrodynamic efficiency in sharks: The combined role of riblets and denticles. **Bioinspiration & Biomimetics**, v. 16, n. 4, p. 046008, 2021.

LOBODA, T. S.; CARVALHO, M. R. Systematic revision of the *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) species complex in the Paraná-Paraguay basin, with description of two new ocellated species (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 11, p. 693-737, 2013.

LOBODA, T. S.; LASSO, C. A.; ROSA, R. S.; CARVALHO, M. R. Two new species of freshwater stingrays of the genus *Paratrygon* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from the Orinoco basin, with comments on the taxonomy of *Paratrygon aiereba*. **Neotropical Ichthyology**, v. 19, 2021.

LOPES, R. P.; PEREIRA, J. C.; DILLENBURG, S. R.; TATUMI, S. H.; YEE, M.; FIGUEIREDO, A. M. G.; KINOSHITA, A.; BAFFA, O. Late Pleistocene-Holocene fossils from Mirim lake, Southern Brazil, and their paleoenvironmental significance: I-vertebrates. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 100, p. 102566, 2020.

LOWE, C. G.; WETHERBEE, B. M.; CROW, G. L.; TESTER, A. L. Ontogenetic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, in Hawaiian waters. **Environmental Biology of Fishes**, v. 47, n. 2, p. 203-211, 1996.

LUCIFORA, L. O.; GARCÍA, V. B.; MENNI, R. C.; ESCALANTE, A. H. Food habits, selectivity, and foraging modes of the school shark *Galeorhinus galeus*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 315, p. 259-270, 2006.

LYLE, J. M. Food and feeding habits of the lesser spotted dogfish, *Scyliorhinus canicula* (L.), in Isle of Man waters. **Journal of fish biology**, v. 23, n. 6, p. 725-737, 1983.

MADDISON, W. P.; MADDISON, D. R. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. Version 3.31. 2017. 2021.

MAISEY, J. G. The braincase of the Middle Triassic shark *Acronemus tuberculatus* (Bassani, 1886). **Palaeontology**, v. 54, n. 2, p. 417-428, 2011.

MAISEY, J. G. What is an 'elasmobranch'? The impact of palaeontology in understanding elasmobranch phylogeny and evolution. **Journal of Fish Biology**, v. 80, n. 5, p. 918-951, 2012.

MAISEY, J. G.; DENTON, J. S. S. Dermal denticle patterning in the Cretaceous hybodont shark *Tribodus limae* (Euselachii, Hybodontiformes), and its implications for the evolution of patterning in the chondrichthyan dermal skeleton. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 36, n. 5, p. e1179200, 2016.

MARSHALL, L. J. **The fin blue line: quantifying fishing mortality using shark fin morphology**. Tese (Doutorado) - University of Tasmania, Tasmania, 150 p. 2011.

MARTIN, A. Hammerhead shark origins. **Nature**, v. 364, p. 494, 1993.

MATICH, P.; HEITHAUS, M. R.; LAYMAN, C. A. Contrasting patterns of individual specialization and trophic coupling in two marine apex predators. **Journal of Animal Ecology**, v. 80, n. 1, p. 294-305, 2011.

MATTHEWS, J. N. A. Low-drag suit propels swimmers. **Physics Today**, v. 61, n. 8, p. 32, 2008.

MCLAUGHLIN, R. H.; O'GOWER, A. K. Life history and underwater studies of a heterodont shark. **Ecological Monographs**, v. 41, n. 4, p. 271-289, 1971.

MELLO, W. C.; DE CARVALHO, J. J.; BRITO, P. M. M. Microstructural morphology in early dermal denticles of hammerhead sharks (Elasmobranchii: Sphyrnidae) and related taxa. **Acta Zoologica**, v. 94, n. 2, p. 147-153, 2013.

METSCHER, B. D. MicroCT for comparative morphology: simple staining methods allow high-contrast 3D imaging of diverse non-mineralized animal tissues. **BMC physiology**, v. 9, n. 1, p. 1-14, 2009.

MEYER, W.; SEEGER, U. Basics of skin structure and function in elasmobranchs: a review. **Journal of Fish Biology**, v. 80, n. 5, p. 1940-1967, 2012.

MOSS, S. A. Feeding mechanisms in sharks. **American Zoologist**, v. 17, n. 2, p. 355-364, 1977.

MOTTA, P. J. Prey capture behavior and feeding mechanics of elasmobranchs. In: CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R (org.). **Biology of Sharks and their Relatives**. CRC Press, p. 165-202, 2004.

MUÑOZ-CHÁPULI, R. Sobre la clasificación tipológica del esqueleto dérmico de escualos (Chondrichtyes). **Miscellània zoológica**, p. 396-400, 1985.

NAIDOO, K.; CHUTURGOON, A. A.; CLIFF, G.; ELLIS, M. T.; OTWAY, N. M.; GREGORY, M. A.; SINGH, S. D.; NAIDU, S. L. Dentition facilitates the release of encapsulated Ragged-tooth Shark (*Carcharias taurus*) embryos. **Environmental Biology of Fishes**, v. 100, n. 10, p. 1343-1354, 2017.

NAKAYA, K.; MATSUMOTO, R.; SUDA, K. Feeding strategy of the megamouth shark *Megachasma pelagios* (Lamniformes: Megachasmidae). **Journal of Fish Biology**, v. 73, n. 1, p. 17-34, 2008.

NAKAYA, K.; TOMITA, T.; SUDA, K.; SATO, K.; OGIMOTO, K.; CHAPPELL, A.; SATO, T.; TAKANO, K.; YUKI, Y. Slingshot feeding of the goblin shark *Mitsukurina owstoni* (Pisces: Lamniformes: Mitsukurinidae). **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2016.

NAYLOR, G. J. P. The phylogenetic relationships among requiem and hammerhead sharks: inferring phylogeny when thousands of equally most parsimony trees result. **Cladistics**, v. 8, p. 295-318, 1992.

NAYLOR, G. J. P.; CAIRA, J. N.; JENSEN, K.; ROSANA, K. A. M.; WHITE, W. T.; LAST, P. R. A DNA sequence-based approach to the identification of shark and ray species and its implications for global elasmobranch diversity and parasitology. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 2012, n. 367, p. 1-262, 2012.

NAYLOR, G. J. P.; LIMA, A.; CASTRO, J. I.; HUBBELL, G.; PINNA, M. C. C. Comment on “An early Miocene extinction in pelagic sharks”. **Science**, v. 374, n. 6573, p. eabj8723, 2021.

NELSON, G. J. Pharyngeal denticles (placoid scales) of sharks, with notes on the dermal skeleton of vertebrates. **American Museum Novitates**, v. 2415, p. 1–26, 1970.

NETO, Á. B.; de LUCENA, C. A. S. Teeth morphology and dental sexual dimorphism of three species of the sand skate genus *Psammobatis* Günther, 1870 from the Brazilian coast (Rajiformes, Arhynchobatidae), **Biotemas**, v. 33, n. 2, p. 9, 2020.

OKTAVIYANI, S.; KURNIAWAN, W.; FAHMI. Reproductive biology of Coral Catshark *Atelomycterus marmoratus* (Anonymous [Bennett], 1830) in Seribu Islands, Indonesia. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity**, v. 20, n. 8, 2019.

OLIVEIRA, S. F. C. C. de; TOLEDO, P. M. de; COSTA, S. A. R. F. da. Escamas de tubarões (Pisces: Chondrichthyes) da Formação Pirabas (Eomioceno), Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, 2008.

PAIS DE REZENDE, J. M.; FIGUEIROA, R. T.; PONCIANO, L. C. M. O.; GALLO, V. A. new late devonian fish fauna from Northeastern Brazil. **Historical Biology**, p. 1-10, 2021.

PAULIV, V. E.; DIAS, E. V.; SEDOR, F. A.; RIBEIRO, A. M. A new Xenacanthiformes shark (Chondrichthyes, Elasmobranchii) from the Late Paleozoic Rio do Rasto Formation (Paraná Basin), Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, p. 135-145, 2014.

PEACH, M. B.; MARSHALL, N. J. The comparative morphology of pit organs in elasmobranchs. **Journal of Morphology**, v. 270, n. 6, p. 688-701, 2009.

PIERCE, S. J.; PARDO, S. A.; ROHNER, C. A.; MATSUMOTO, R.; MURAKUMO, K.; NOZU, R.; DOVE, A. D. M.; PERRY, C.; MEEKAN, M. G. Whale Shark Reproduction, Growth, and Demography. In: DOVE, A. D. M. ; PIERCE, S. J. (eds.). **Whale Sharks: Biology, Ecology, and Conservation**. CRC Press, p. 13-45, 2021.

POLLERSPÖCK, J.; STRAUBE, N. A new deep-sea elasmobranch fauna from the central Paratethys (Neuhofener beds, Mitterdorf, near Passau, Germany, Early Miocene, Middle Burdigalian). **Zitteliana**, p. 27-53, 2017.

POPP, M.; WHITE, C. F.; BERNAL, D.; WAINWRIGHT, D. K.; LAUDER, G. V. The denticle surface of thresher shark tails: Three-dimensional structure and comparison to other pelagic species. **Journal of Morphology**, v. 281, n. 8, p. 938-955, 2020.

POSCAI, A. N.; RANGEL, B. S.; CASAS, A. L. S.; WOSNICK, N.; RODRIGUES, A.; RICI, R. E. G.; KFOURY-JUNIOR, J. R. Microscopic aspects of the nictitating membrane in Carcharhinidae and Sphyrnidae sharks: a preliminary study. **Zoomorphology**, p. 1-6, 2017.

POSCAI, A. N.; CASAS, A. L. S.; DA SILVA, J. P. C.; LENKTAITIS, P.; GADIG, O. B. F. Inside the mouth of sharks: Comparative data on the morphology of the oropharyngeal cavity. **Zoologischer Anzeiger**, v. 293, p. 282-291, 2021.

POSCAI, A. N.; DA SILVA, J. P. C. B.; CASAS, A. L. S.; LENKTAITIS, P.; GADIG, O. B. F. Morphological study of the oral denticles of the porbeagle shark *Lamna nasus*. **Journal of Fish Biology**, p. 1-10, 2022.

RADCLIFFE, L. **The sharks and rays of Beaufort, North Carolina**. US Government Printing Office, 1916.

RANGEL, B.; SANTANDER-NETO, J.; RICI, R. E. G.; LESSA, R. Dental sexual dimorphism and morphology of *Urotrygon microphthalmum*. **Zoomorphology**, v. 135, n. 3, p. 367-374, 2016a.

RANGEL, B. S.; CIENA, A. P.; WOSNICK, N.; AMORIM, A. F.; KFOURY-JUNIOR, J. R.; RICI, R. E. G. Ecomorphology of oral papillae and denticles of *Zapteryx brevirostris* (Chondrichthyes, Rhinobatidae). **Zoomorphology**, v. 135, n. 2, p. 189-195, 2016b.

RANGEL, B. S.; WOSNICK, N.; HAMMERSCHLAG, N.; CIENA, A. P.; KFOURY-JUNIOR, J. R.; RICI, R. E. G. A preliminary investigation into the morphology of oral papillae and denticles of blue sharks (*Prionace glauca*) with inferences about its functional significance across life stages. **Journal of Anatomy**, v. 230, n. 3, p. 389-397, 2017.

RANGEL, B. S.; SALMON, T.; POSCAI, A. N.; KFOURY JR, J. R.; RICI, R. E. G. Comparative investigation into the morphology of oral papillae and denticles of four species of lamnid and sphyrnid sharks. **Zoomorphology**, v. 138, n. 1, p. 127-136, 2018.

RANGEL, B. S.; AMORIM, A. F.; KFOURY JR, J. R.; RICI, R. E. G. Microstructural morphology of dermal and oral denticles of the sharpnose sevengill shark *Heptranchias perlo* (Elasmobranchii: Hexanchidae), a deep-water species. **Microscopy research and technique**, v. 82, n. 8, p. 1243-1248, 2019.

RASCHI, W; ELSOM, J. Comments on the structure and development of the drag reduction type placoid scales. *In*: UYENO, T; ARAI, R.; TONIUCHI, T; MATSUUA, K. **Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes**, v. 2, p. 408-424, 1986.

RASCHI, W. G.; MUSICK, J. A. Hydrodynamic Aspects of Shark Scales. Virginia Institute of Marine Science Special Report in Applied Marine Science and Ocean Engineering No. 272. **Gloucester Point: Virginia Institute of Marine Science**, 1986.

RASCHI, W.; TABIT, C. Functional aspects of placoid scales: a review and update. **Marine and Freshwater Research**, v. 43, n. 1, p. 123-147, 1992.

REGAN, C. T. A classification of the selachian fishes. **Proceedings of the Zoological Society of London**, p. 722-758, 1906.

REIF, W. E. Ontogenese des Hautskelettes von *Heterodontus falcifer* (Selachii) aus dem Untertithon: vergleichende Morphologie der Hautzähne der Haie. **Staatliches Museum für Naturkunde**, 1973.

REIF, W. E. Morphogenese und Musterbildung des Hautzähne-Skelettes von *Heterodontus*. **Lethaia**, v. 7, n. 1, p. 25-42, 1974.

REIF, W. E. Protective and hydrodynamic function of the dermal skeleton of elasmobranchs. 1978.

REIF, W. E. Development of dentition and dermal skeleton in embryonic *Scyliorhinus canicula*. **Journal of morphology**, v. 166, n. 3, p. 275-288, 1980.

REIF, W. E. Evolution of dermal skeleton and dentition in vertebrates. In: **Evolutionary biology**. Springer, Boston, Massachusetts, p. 287-368, 1982.

REIF, W. E. Squamation and ecology of sharks. **Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft**, v. 78, p. 1-255, 1985.

REUTTER, K.; BREIPOHL, W.; BIJVANK, G. J. Taste bud types in fishes. **Cell and tissue research**, v. 153, n. 2, p. 151-165, 1974.

RICHTER, M. A new xenacanthid shark (Chondrichthyes) from the Teresina Formation, Permian of the Paraná basin, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 8, n. 2, p. 149-158, 2005.

RICHTER, M.; BOSETTI, E. P.; HORODYSKI, R. S. Early Devonian (late Emsian) shark fin remains (Chondrichthyes) from the Paraná Basin, southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 103-118, 2017.

RICKLEFS, R. E.; MILES, D. B. Ecological and evolutionary inferences from morphology: an ecological perspective. **Ecological morphology: integrative organismal biology**, v. 1, p. 13-41, 1994.

RINCÓN, G. (SSG South America Regional Workshop, June 2003). *Scyliorhinus haeckelii*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T44589A10909893.en>. 2004.

RINCÓN, G.; MOTA, R.; MAZZOLENI, R.; LESSA, R.; MOURA, M. F. de; CHARVET, P. Dermal denticle variations on a newborn Roughskin Dogfish *Centroscyrmnus owstonii* (Chondrichthyes: Somniosidae) captured off northeastern Brazil with notes on ontogenetic differentiation. **Regional Studies in Marine Science**, v. 44, p. 101761, 2021.

ROSA, R. S.; GADIG, O. B. F. Conhecimento da diversidade dos Chondrichthyes marinhos do Brasil. A contribuição de José Lima de Figueiredo. **Arquivos de Zoologia**, v. 45, p. 89-104, 2014.

ROWAT, D.; BROOKS, K. S. A review of the biology, fisheries and conservation of the whale shark *Rhincodon typus*. **Journal of fish biology**, v. 80, n. 5, p. 1019-1056, 2012.

SALINI, J. P.; BLABER, S. J. M.; BREWER, D. T. Diets of sharks from estuaries and adjacent waters of the north-eastern Gulf of Carpentaria, Australia. **Marine and Freshwater Research**, v. 43, n. 1, p. 87-96, 1992.

SAYLES, L. P.; HERSHKOWITZ, S. G. Placoid scale types and their distribution in *Squalus acanthias*. **The Biological Bulletin**, v. 73, n. 1, p. 51-66, 1937.

SCHAEFFER, B. The dermal skeleton in fishes. In: ANDREWS, S. M.; MILES, R. S.; WALKER, A. D. **Problems in Vertebrate Evolution**, Linnean Society Symposium Series, Academic Press, London, n. 4, 1977.

SÊGA, L. A.; MAZZOLENI, R. C.; RINCÓN, G.; HYRYCENA, I.; SCHWINGEL, P. R. Biological data of the deep-water lizard catshark *Schroederichthys saurisqualus* (Chondrichthyes: Scyliorhinidae) in southern Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 33, p 2020.

SHIRAI, S. Squalan phylogeny: a new framework of" squaloid" sharks and related taxa. **Ph. D. diss., Hokkaido Univ. Press**, 1992.

SHIRAI, S. Phylogenetic interrelationships of neoselachians (Chondrichthyes: Euselachii). **Interrelationships of fishes**, v. 2, p. 9-34, 1996.

SIBERT, E. C.; RUBIN, L. D. An early Miocene extinction in pelagic sharks. **Science**, v. 372, n. 6546, p. 1105-1107, 2021.

SIMPFENDORFER, C. A.; GOODREID, A. B.; MCAULEY, R. B. Size, sex and geographic variation in the diet of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, from Western Australian waters. **Environmental Biology of Fishes**, v. 61, p. 37-46, 2001a.

SIMPFENDORFER, C. A.; GOODREID, A. B.; MCAULEY, R. B. Diet of three commercially important shark species from Western Australian waters. **Marine and freshwater research**, v. 52, n. 7, p. 975-985, 2001b.

SMALE, M. J. The diet of the ragged-tooth shark *Carcharias taurus* Rafinesque 1810 in the Eastern Cape, South Africa. **African Journal of Marine Science**, v. 27, n. 1, p. 331-335, 2005.

SMITH, C. R.; BACO, A. R. Ecology of whale falls at the deep-sea floor. **Oceanography Marine Biology: An Annual Review**, v. 41, p. 311-354, 2003.

SMITH, M. M.; COATES, M. I. Evolutionary origins of the vertebrate dentition: phylogenetic patterns and developmental evolution. **European journal of oral sciences**, v. 106, n. S1, p. 482-500, 1998.

SMITH, M. M.; COATES, M. I. The evolution of vertebrate dentitions: phylogenetic pattern and developmental models. **SYSTEMATICS ASSOCIATION SPECIAL VOLUME**, v. 61, p. 223-240, 2001.

SOARES, K. D. A.; GADIG, O. F. B.; GOMES, U. L. *Scyliorhinus ugoi*, a new species of catshark from Brazil (Chondrichthyes: Carcharhiniformes: Scyliorhinidae). **Zootaxa**, v. 3937, n. 2, p. 347-361, 2015.

SOARES, K. D. A.; CARVALHO, M. R.; SCHWINGEL, P. R.; GADIG, O. B. F. A New Species of *Parmaturus* (Chondrichthyes: Carcharhiniformes: Scyliorhinidae) from Brazil, Southwestern Atlantic. **Copeia**, v. 107, n. 2, p. 314-322, 2019.

SOUTHALL, E. J.; SIMS, D. W. Shark skin: a function in feeding. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 270, p. 47-49, 2003.

SPRINGER, S. A revision of the catsharks, family Scyliorhinidae. **NOAA Technical Report**

NMFS Circular, n. 422, p. 1-153, 1979.

STEINHARD, O. I. Über Placoidschuppen in der Mund- und Rachenhöhle der Plagiostomen. **Archiv für Naturgeschichte**, v. 69, p. 1-46, 1903.

STEVENS, J. D.; LYLE, J. M. Biology of three hammerhead sharks (*Eusphyra blochii*, *Sphyrna mokarran* and *S. lewini*) from northern Australia. **Marine and Freshwater Research**, v. 40, n. 2, p. 129-146, 1989.

STRAUBE, N.; POLLERSPÖCK, J. Intraspecific dental variations in the deep-sea shark *Etmopterus spinax* and their significance in the fossil record. **Zoomorphology**, v. 139, n. 4, p. 483-491, 2020.

SULLIVAN, T.; REGAN, F. The characterization, replication and testing of dermal denticles of *Scyliorhinus canicula* for physical mechanisms of biofouling prevention. **Bioinspiration & biomimetics**, v. 6, n. 4, p. 046001, 2011.

TESTER, A. L.; NELSON, G. J. Free neuromasts (pit organs) in sharks. **Sharks, skates and rays**, p. 503-531, 1967.

TOMITA, T.; MURAKUMO, K.; KOMOTO, S.; DOVE, A.; KINO, M.; MIYAMOTO, K.; TODA, M. Armored eyes of the whale shark. **PloS One**, v. 15, n. 6, p. e0235342, 2020.

VAZ, D. F. B. *Scymnodon plunketi* (Waite, 1910): a junior synonym of *Scymnodon macracanthus* (Regan, 1906) (Somniosidae: Elasmobranchii). **Journal of Fish Biology**, 2021.

VÉLEZ-ZUAZO, X.; AGNARSSON, I. Shark tales: a molecular species-level phylogeny of sharks (Selachimorpha, Chondrichthyes). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 58, n. 2, p. 207-217, 2011.

VIANA, S. D. F.; DE CARVALHO, M. R.; EBERT, D. A. *Squalus bassi* sp. nov., a new long-snouted spurdog (Chondrichthyes: Squaliformes: Squalidae) from the Agulhas Bank. **Journal of fish biology**, v. 91, n. 4, p. 1178-1207, 2017.

WARD, D. Henri Cappetta: Chondrichthyes II, Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii, **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 7, n. 4, p. 474-475, 1988.

WEIGMANN, S. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. **Journal of Fish Biology**, v. 88, n. 3, p. 837-1037, 2016.

WEN, L.; WEAVER, J. C.; LAUDER, G. V. Biomimetic shark skin: design, fabrication and hydrodynamic function. **Journal of Experimental Biology**, v. 217, n. 10, p. 1656-1666, 2014.

WEN, L.; WEAVER, J. C.; THORNYCROFT, P. J. M.; LAUDER, G. V. Hydrodynamic function of biomimetic shark skin: effect of denticle pattern and spacing. **Bioinspiration & biomimetics**, v. 10, n. 6, p. 066010, 2015.

WEATHERBEE, B. M.; CORTÉS, E. Food consumption and feeding habits. In: CARRIER, J. C.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. **Biology of sharks and their relatives**, p. 225-246, 2004.

WHITE, E. G. Interrelationships of the elasmobranchs with a key to the order Galea. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 74, 138 p, 1937.

WHITE, W. T. Aspects of the biology of carcharhiniform sharks in Indonesian waters. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 87, n. 5, p. 1269-1276, 2007.

WHITEAR, M. Cell specialization and sensory function in fish epidermis. **Journal of Zoology**, v. 163, n. 2, p. 237-264, 1971.

WHITEAR, M.; MOATE, R. M. Microanatomy of taste buds in the dogfish, *Scyliorhinus canicula*. **Journal of Submicroscopic Cytology and Pathology**, v. 26, n. 3, p. 357-367, 1994a.

WHITEAR, M.; MOATE, R. M. Chemosensory cells in the oral epithelium of *Raja clavata* (Chondrichthyes). **Journal of Zoology**, v. 232, n. 2, p. 295-312, 1994b.

WHITEAR, M.; MOATE, R. Cellular diversity in the epidermis of *Raja clavata* (Chondrichthyes). **Journal of Zoology**, v. 246, n. 3, p. 275-285, 1998.

WILGA, C. D.; MOTTA, P. J. Durophagy in sharks: feeding mechanics of the hammerhead *Sphyrna tiburo*. **Journal of Experimental Biology**, v. 203, n. 18, p. 2781-2796, 2000.

YANO, K.; STEVENS, J. D.; COMPAGNO, L. J. V. A review of the systematics of the sleeper shark genus *Somniosus* with redescription of *Somniosus (Somniosus) antarcticus* and *Somniosus (Rhinoscyrnus) longus* (Squaliformes: Somniosidae). **Ichthyological Research**, v. 51, n. 4, p. 360-373, 2004.

YANO, K.; MIYA, M.; AIZAWA, M; NOCHI, T. Some aspects of the biology of the goblin shark, *Mitsukurina owstoni*, collected from the Tokyo Submarine Canyon and adjacent waters. **Ichthyological Research**, v. 54, p. 388–398, 2007.

YOPAK, K. E.; PEELE, E. E. Whale Shark Sensory Biology and Neuroanatomy. *In*: DOVE, A. D. M.; PIERCE, S. J. (eds.). **Whale Sharks: Biology, Ecology, and Conservation**. CRC Press, Boca Raton, Florida. p. 47-6