



Análise de Coleção Ictiológica: Os Chondrichthyes do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP)

Caroline Costa dos Santos¹, MSc. Arthur de Lima Oliveira e Silva²,

1. Discente do Curso de Ciências Biológicas, Área Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Anhembi Morumbi, Campus Vila Olímpia, São Paulo, SP, Brasil.
2. PhD Candidate, Museum of Zoology of the University of São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO.

O Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) foi oficialmente fundado em 1890, sendo atualmente o detentor de um dos maiores acervos zoológicos da América Latina. Tal instituição cumpre um papel crucial no desenvolvimento do conhecimento acerca da biodiversidade brasileira e global, tendo sido o primeiro centro de pesquisa brasileiro a ser reconhecido como fiel depositário pelo Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (Ministério do Meio Ambiente) e armazenando cerca de 10 milhões de exemplares preservados. Destes, aproximadamente 1,5 milhão compõem o acervo da Coleção Ictiológica.

O presente trabalho utilizou planilhas atualizadas do acervo de elasmobrânquios depositados na coleção ictiológica do MZUSP, as quais constam diversos dados relevantes, tais como ordem, família, gênero e localidade de coleta. Essas informações auxiliaram na formação de um levantamento categórico da diversidade de espécies tombados no museu e mapeamento associado a regiões de onde os espécimes foram amostrados visando aplicar esses resultados a uma discussão sobre a conservação do grupo. Os métodos utilizados para a realização desta pesquisa resumem-se à análise das planilhas que catalogaram as informações sobre os elasmobrânquios do acervo obtidas através do software Specify, que é utilizado no museu como banco de dados. Além disso, informações enriquecidas e atualizadas por análises literárias de conteúdos relacionadas ao assunto também foram incorporadas aos resultados deste projeto.

Palavras chaves: MZUSP, Ictiologia, Biodiversidade, Elasmobrânquios, Coleção.

ABSTRACT

The Zoology Museum of the University of São Paulo (MZUSP) was officially founded in 1890 and currently holds one of the largest zoological collections in Latin America. This institution plays a crucial role in the development of knowledge about Brazilian and global biodiversity. It was the first Brazilian research center to be recognized as a faithful depository by the Genetic Heritage Management Council (Ministry of the Environment) and houses about 10 million preserved specimens. Of these, approximately 1.5 million make up the Ictiological Collection. This study utilized updated spreadsheets of the elasmobranchs deposited in the MZUSP's ichthyological collection, which contain various relevant data such as order, family, genus, and collection locality. This information helped in forming a categorical survey of the species recorded in the museum and mapping associated with regions from which the specimens were sampled, aiming to apply these results to a discussion about the conservation of the group. The methods used for this research are summarized by analyzing the spreadsheets that cataloged information on the elasmobranchs in the collection obtained through the Specify software,



which is used in the museum as a database. Additionally, enriched and updated information from literary analyses related to the subject was also incorporated into the results of this project.

Keywords: MZUSP, Ichthyology, Biodiversity, Elasmobranchs, Collection.

INTRODUÇÃO

1.1 Condrictes

Os condrictes, também conhecidos como peixes cartilaginosos, pertencem à classe Chondrichthyes e são um grupo presente dentro do subfilo dos vertebrados, atualmente incluindo os tubarões, raias e quimeras. Ao contrário dos peixes ósseos, os esqueletos dos condrictes são feitos primariamente de cartilagem com calcificação pericondral prismática (Compagno, 1999), sendo esta calcificação em algumas áreas voltada para fornecer rigidez adicional. Em termos de diversidade, atualmente os condrictes possuem 1388 espécies (California Academy of Sciences, 2023) descritas e consideradas válidas (Fricke, Eschmeyer & Van der Laan, 2023).

Os primeiros registros fósseis de condrictes datam do Siluriano, há cerca de 420 milhões de anos (Maisey, 1996). Ao longo de sua história evolutiva, os condrictes passaram por vários eventos de radiação adaptativa, permitindo-lhes ocupar uma variedade de nichos ecológicos no ambiente marinho e em alguns casos em ambientes dulcícolas (Compagno 1990; 2005). Acredita-se que esta sua evolução

está profundamente ligada à sua capacidade de adaptação a ambientes variados e à sua estratégia reprodutiva diversificada (Compagno, 1990).

Entre as principais características deste grupo, pode-se citar seu esqueleto cartilaginoso com padrão único de calcificação, dentes substituíveis, que, ao contrário da maioria dos vertebrados, a maioria dos condrictes possuem um sistema de dentição que permite a constante substituição de dentes durante toda a sua vida (Reif, 1982), e seus órgãos sensoriais especializados, chamados ampolas de Lorenzini, que permitem detectar campos elétricos produzidos por suas presas (Kalmijn, 1971). Algumas espécies de condrictes possuem um crescimento lento, podendo chegar à maturidade em idades mais avançadas, além de produzirem poucos filhotes, o que resulta em um baixo potencial de reposição populacional (Fowler et al., 2005; Lessa et al. 2016).

1.2 Quimeras

As quimeras são peixes cartilaginosos muitas vezes esquecidos em favor de seus parentes mais populares, os tubarões e raias. No entanto, esses peixes



oferecem uma oportunidade única para o entendimento da evolução dos vertebrados e adaptabilidade a habitats extremos.

Os registros fósseis indicam a existência das quimeras desde o Período Devoniano, a cerca de 400 milhões de anos atrás (Stahl, 1999).

Entre suas características principais podem ser citadas a cabeça protuberante e o formato alongado do focinho que se assemelha a um nariz, o corpo liso quase sem escamas, os dentes fundidos semelhantes a placas que facilitam a trituração de presas e os espinhos venenosos situados à frente da primeira barbatana dorsal (Didier, 1995).

Há cerca de 570 (California Academy of Sciences, 2023) espécies conhecidas de quimeras (Fricke, Eschmeyer & Van der Laan, 2023), que se agrupam em três ordens: Callorhinchidae, Chimaeridae e Rhinochimaeridae. Essas espécies podem ser encontradas em águas mais profundas, e a dificuldade de sua localidade faz com que sejam um grupo menos estudado que os demais condrictes (Didier, 1995).

São divididas nas seguintes famílias:

- Callorhinchidae – chamada de quimera-elefante pelo formato alargado de seu focinho, presença de barbilhos táteis abaixo da região nasal, costumam ter o corpo mais robusto e podem ser encontrados tanto em

águas profundas quanto em regiões mais rasas.

- Chimaeridae – quimeras comuns, com focinho arredondado na extremidade, barbatanas peitorais mais curtas, espinho venenoso situado na frente da barbatana dorsal, comumente encontrados em regiões de águas mais profundas.

- Rhinochimaeridae – quimeras-de-nariz-longo, focinho extremamente longo utilizado para detectar presas no substrato, base da barbatana peitoral mais alongada do que nas demais ordens, ausência do espinho dorsal, encontrados em águas bem profundas de regiões específicas.

1.3 Raias

As raias são peixes cartilaginosos pertencentes à superordem Batoidea., o que também inclui as mantas e skates. Estes animais possuem uma grande diversidade proporcionalmente mais significativa quando comparadas com tubarões e quimeras, sendo o maior grupo dos condrictes.

As raias evoluíram de antigos chondrichthyes durante o período Jurássico, cerca de 150- 200 milhões de anos atrás (Carvalho, 1996). Estes peixes cartilaginosos passaram por uma série de modificações corporais ao longo de sua evolução, incluindo a expansão de seus corpos lateralmente e a migração de seus



olhos para a parte superior de seus corpos (Carvalho, 1996).

São reconhecidas mais de 744 (California Academy of Sciences, 2023) espécies de raias (Fricke, Eschmeyer & Van der Laan, 2023), que compreendem uma variedade de grupos, como skates, raias-águia, mantas dentre outras famílias e subfamílias. Cada um desses grupos possui suas próprias espécies distintas, cada uma com suas próprias adaptações e características.

Essas espécies estão distribuídas em 4 ordens, que são:

- Rajiformes – englobam os skates ou raias verdadeiras, possuem distintas características que os diferenciam de outros ordens de raias. Entre essas características, pode-se destacar a oviparidade, o formato corporal achatado e uma cauda longa e delgada. Ao contrário de algumas de suas contrapartes, não apresentam espinhos ou ferrões venenosos. Essas raias são frequentemente encontradas em regiões mais profundas, como os leitos oceânicos (Last et al., 2016).
- Myliobatiformes – abrangem as raias-águia, as raias de água doce e as mantas. Esses animais tipicamente exibem corpos em formato de disco, com algumas espécies apresentando mandíbulas adaptadas para a filtragem de pequenos organismos na água. Além disso, muitos deles são caracterizados

por possuir ferrões venenosos. Em termos de reprodução, a viviparidade é comum nesse grupo. As Myliobatiformes frequentemente são encontradas perto do fundo do mar (Last et al., 2016).

- Torpediniformes – conhecidos como raias elétricas, recebem seu nome dos órgãos especializados, que consistem em músculos modificados, capazes de gerar descargas elétricas. Apresentam corpos em formato de disco com maior espessura e olhos pequenos posicionados na parte superior do corpo, seguidos por espiráculos. Diferentemente de algumas outras espécies, essas raias não possuem ferrões. Elas são conhecidas por sua habilidade de camuflagem, frequentemente se ocultando no fundo arenoso do mar. Essa estratégia permite que utilizem suas habilidades elétricas para paralisar e capturar pequenos peixes e invertebrados (Last et al., 2016).
- Rhinopristiformes – conhecidos como raias-serras, são notáveis por seu focinho alongado, equipado com dentes modificados nas laterais, que se assemelham a serras. Essa característica desempenha um papel fundamental na busca de presas, além de, em algumas espécies, ser utilizada para golpear e incapacitar peixes menores. Seu corpo adota um formato mais alongado e, ao contrário de outras raias, não possuem ferrões. Comumente, essas raias habitam as



proximidades do fundo do mar (Last et al., 2016).

1.4 Tubarões

Os tubarões viventes pertencem à superordem Selachii dentro da classe Chondrichthyes (Compagno 1988; Naylor et al. 2012), são peixes cartilaginosos com uma longa história evolutiva que desempenham papéis vitais em muitos ecossistemas marinhos.

Os tubarões têm uma linhagem evolutiva que se estende por mais de 400 milhões de anos, com os primeiros fósseis de tubarões datando do Período Siluriano (Maisey, 1996). Sua longa história evolutiva significa que os tubarões testemunharam eventos catastróficos e passaram por várias extinções em massa, adaptando-se e diversificando-se em resposta a mudanças ambientais (Kriwet & Benton, 2004).

Atualmente 583 (California Academy of Sciences, 2023) espécies de tubarões são conhecidas (Fricke, Eschmeyer & Van der Laan, 2023), variando em tamanho desde o pequeno tubarão-lanterna (*Etmopterus perryi*) até o colossal tubarão-baleia (*Rhincodon typus*) (Compagno, 1990). Eles habitam uma variedade de habitats marinhos, desde recifes de corais até águas abertas, e podem ser encontrados desde a superfície até

profundidades abissais (Compagno, 2005). São aceitas 9 ordens descritas para os tubarões, sendo elas:

- Carcharhiniformes – caracterizados pela presença da membrana nictitante com dentículos dérmicos (sendo a única ordem que as possui) (Compagno, 1984).
- Lamniformes – caracterizados pela presença de cinco aberturas branquiais, ausência de membrana nictitante, nadadeira caudal semilunar e primeira nadadeira dorsal grande e sem espinhos, com a segunda dorsal evidentemente reduzida (Compagno, 1984).
- Orectolobiformes – caracterizados pela presença de barbilhões perto da região bucal e nasal em algumas espécies e nadadeiras peitorais relativamente largas. Um exemplo é o tubarão baleia, o maior peixe existente (Compagno, 1984).
- Hexanchiformes – é a única ordem em que são observadas de mais de cinco aberturas branquiais (6 ou 7) (Compagno, 1984).
- Squaliformes – caracterizados pela presença de espinhos em suas duas nadadeiras dorsais e a ausência de nadadeira anal (Compagno, 1984).
- Squatiniformes: possuem o corpo achatado dorsoventralmente, nadadeiras peitorais expandidas anteriormente até a região da cabeça, porém sem fusão, com lobo inferior da nadadeira caudal



ligeiramente maior que o lobo superior (Compagno, 1984).

- Pristiophoriformes – caracterizados pelo longo focinho serrilhado, com dois longos barbilhos próximos a região medial da serrilha (Compagno, 1984).
- Heterodontiformes – possuem nadadeiras dorsais com a presença de espinhos e morfologia dentária única, sendo os da frente incisivos com a função de agarrar e os de trás molares, utilizados para esmagar (Compagno, 1984).
- Echinorhiniformes – possuem o corpo robusto coberto por dentículos dérmicos largos e diferenciados, com duas nadadeiras dorsais pequenas e próximas entre si, sem presença de nadadeira anal (Compagno, 1984).

1.5 Coleções zoológicas: Importância, estrutura e funcionamento.

As coleções zoológicas são, em essência, bibliotecas da diversidade biológica do nosso planeta. Elas representam registros físicos das várias formas de vida, oferecendo pontos de vista profundos sobre a evolução, ecologia e conservação das espécies (Winker, 2004). Em outras palavras, são testemunhos concretos da vida animal que existe na Terra.

Coleções zoológicas desempenham um papel fundamental na conservação de

biodiversidade, servindo como um repositório de informações genéticas e morfológicas de espécies ameaçadas ou já extintas. Além disso, essas instituições servem como ferramentas importantíssimas para pesquisadores, os oferecendo materiais para estudos em taxonomia, evolução e ecologia dentre outros campos. Um bom exemplo desta importância são as amostras históricas que permitem delinear mudanças no ambiente ou em certas populações conforme o passar do tempo (Holmes et al., 2016).

As coleções também servem como recursos educacionais para estudantes e o público em geral, ao promover a apreciação e compreensão da diversidade de vida na Terra. Cada espécime em uma coleção zoológica é cuidadosamente preparado, catalogado e armazenado. A informação acompanhante, como local, data de coleta e coletor é algo essencial para sua identificação e uso adequado para fins científicos (Winker, 2004). Dependendo do tipo de espécime, diferentes métodos de preservação são utilizados, desde a taxidermia para aves e mamíferos até a preservação em fluidos como álcool ou formol para répteis e peixes.

Muitas coleções permitem que pesquisadores de outras instituições acessem ou peguem emprestados espécimes para utilizar em seus estudos, sob condições



rigorosas para garantir sua preservação (Drew, 2011).

1.6 Chondrichthyes do MZUSP: um apanhado geral

A criação da coleção ictiológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) data do final do século 19, proveniente da coleção pessoal do Coronel Joaquim Sertório. Por sua vez, esta era uma coleção muito diversa, contendo vários tipos de organismos, minerais e objetos históricos (Marinho et al., 2019).

O MZUSP é uma instituição muito importante no cenário científico brasileiro e sul-americano, e sua coleção de condrictes, que inclui tubarões, raias e quimeras, é uma parte valiosa desse patrimônio. Tal instituição possui uma longa e rica história na pesquisa e na preservação da biodiversidade tendo desempenhado um papel pioneiro na catalogação e pesquisa sobre a ictiofauna de águas brasileiras e do mundo neotropical. As pesquisas associadas ao MZUSP se estendem por diversas áreas, incluindo taxonomia, sistemática, biologia, ecologia e conservação. As informações coletadas e mantidas pelo museu têm implicações tanto científicas quanto práticas, influenciando a gestão de recursos pesqueiros e a proteção de espécies ameaçadas.

A coleção de Chondrichthyes remonta ao início do século XX e foi enriquecida por uma série de expedições e colaborações científicas, abrigando uma impressionante variedade de espécimes (de Lima et al. 2023), incluindo tubarões costeiros, tubarões de profundidade, raias e quimeras de todo o mundo. A diversidade geográfica da coleção é notável, com exemplares provenientes de águas do Atlântico, do Pacífico e de outros oceanos. Essa coleção diversificada é resultado de décadas de expedições de coleta, doações de instituições parceiras e colaborações com pesquisadores de renome (de Lima et al. 2023). A coleção de condrictes do MZUSP desempenha um papel fundamental na documentação da biodiversidade marinha e é uma fonte valiosa para pesquisas sobre taxonomia e conservação dessas espécies (Venancio et al., 2018).

1.7 Justificativa

A coleção de condrictes do MZUSP é uma parte fundamental da herança científica do Brasil e um recurso inestimável para aqueles que buscam compreender e proteger as incríveis criaturas que habitam os oceanos.

OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral



- Fornecer um levantamento categórico de dados sobre a diversidade de espécies de condrictes, dados que serão retirados do acervo da coleção ictiológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

- Aplicar os resultados desse levantamento em uma breve discussão sobre a conservação do grupo.

2.2. Objetivos Específicos

- Prover informações valiosas para a conservação de condrictes e ecossistemas marinhos.

- Explorar as informações contidas nas planilhas atualizadas do acervo de elasmobrânquios da Coleção Ictiológica do MZUSP.

- Realizar uma análise aprofundada desses dados para compreender a diversidade de espécies.

- Utilizar métodos modernos, como o software Specify, para catalogar e analisar os registros.

- Garantir a precisão e confiabilidade dos resultados obtidos por meio da aplicação de métodos avançados na pesquisa.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas para a realização deste trabalho planilhas atualizadas adquiridas nos dias 4 e 5 de Outubro de 2023 através de buscas com o software de

gerenciamento de coleções 'Specify', utilizado na coleção ictiológica do MZUSP. Também foram feitas revisões literárias de diversos livros e artigos condizentes com o assunto.

Os artigos foram escolhidos por possuírem informações pertinentes ao desenvolvimento deste estudo, assim como os livros que foram escolhidos por descreverem as espécies citadas. As planilhas foram consultadas por catalogar todos os espécimes de condrictes e auxiliarem na categorização por ordem, gênero e espécie, gerando dados que foram organizados por meio do aplicativo Excel.

Existem várias limitações na pesquisa, incluindo o grande número de espécimes envolvidos, a ausência de algumas ordens na coleção do museu, a constante evolução das informações e a dificuldade em localizar materiais específicos.

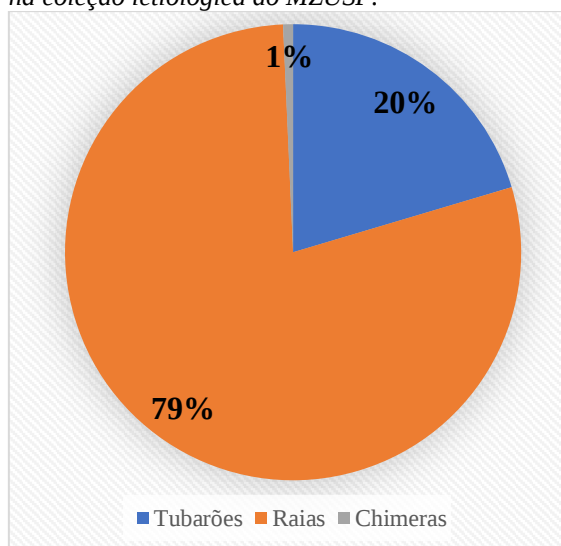
As informações obtidas por meio da revisão literária e os dados reunidos por meio das planilhas foram utilizadas no objetivo de formular um estudo que detalhasse a riqueza de biodiversidade de condrictes pertencentes à coleção ictiológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

RESULTADOS

Para a demonstração dos resultados foram montados gráficos contendo os dados obtidos na pesquisa.

O primeiro gráfico contém os dados da diversidade de condrictes presentes na coleção ictiológica do MZUSP.

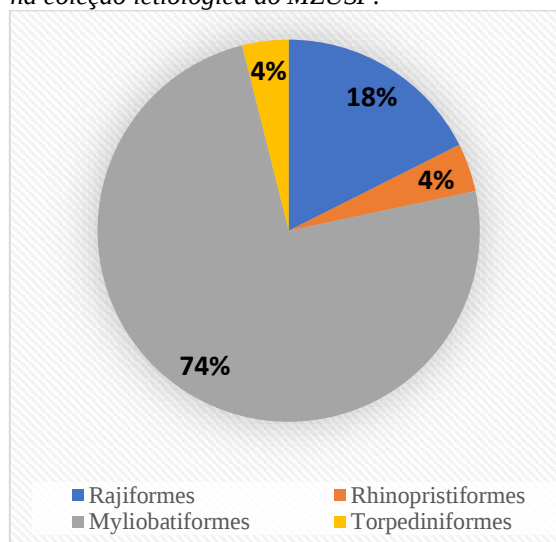
Gráfico 1. *Proporção dos grupos de condrictes do número total de espécimes deste grupo depositados na coleção ictiológica do MZUSP.*



Utilizando as informações obtidas nas planilhas retiradas do software 'Specify', foi possível delinear a diversidade de condrictes presentes na coleção ictiológica do MZUSP, que possui cerca de 2275 espécimes. Dentro desse grupo, as raias respondem maior porção, tendo 1795 espécimes que formam 79% do número total. Os tubarões possuem 20% deste número, com 464 espécimes. E as chimeras têm a menor porcentagem, com 1% representando 16 espécimes.

O segundo gráfico contém os dados sobre a diversidade de raias depositadas na coleção ictiológica do MZUSP.

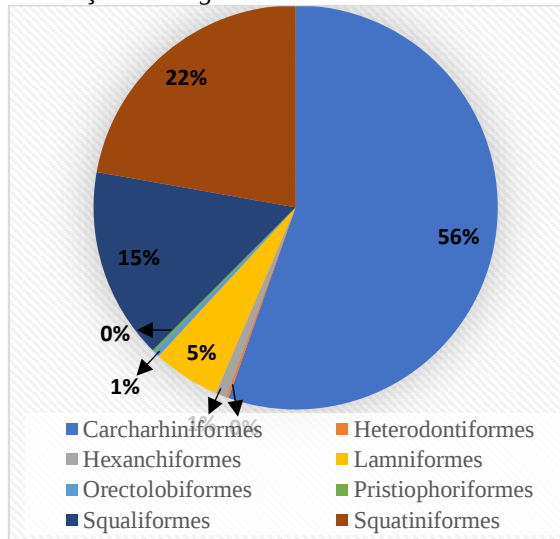
Gráfico 2. *Proporção dos grupos de raias do número total de espécimes deste grupo depositados na coleção ictiológica do MZUSP.*



Os espécimes de raias presentes na coleção ictiológica do MZUSP possuem representantes de todas as quatro ordens atualmente. Destes, a maioria pode ser incluída na ordem dos Myliobatiformes, com presença 74% no número total de raias, possuindo 1329 espécimes na coleção de condrictes. Estas são seguidas pelo grupo dos Rajiformes, com 18% do número total e 314 espécimes. Os Torpediniformes, com 4% e 70 indivíduos. E os Rhinopristiformes, com 4% e 73 representantes.

O terceiro gráfico contém os dados sobre a diversidade de tubarões presentes na coleção ictiológica do MZUSP.

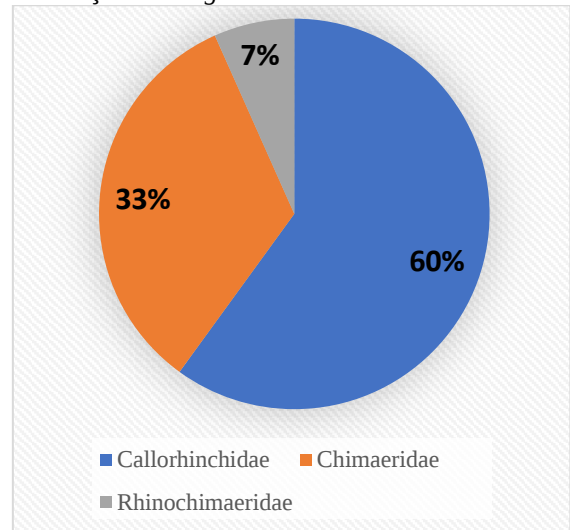
Gráfico 3. Proporção dos grupos de tubarões do número total de espécimes deste grupo depositados na coleção ictiológica do MZUSP.



Conforme mencionado anteriormente, o acervo de condrictes do MZUSP conta com 2275 espécimes, dentre os quais 257 são da ordem dos Carcharhiniformes (56%), 103 são Squatiniformes (22%), 71 são Squaliformes (15%), 25 são Lamniformes (5%), 4 são Hexanchiformes (1%), enquanto as últimas três ordens se dividem em 1% com Orectolobiformes (2 espécimes), Heterodontiformes (1 espécime) e os Pristiophoriformes (1 espécime). Conforme visto na planilha, a ordem Echinorhiniformes não consta na coleção de condrictes do museu.

O quarto gráfico contém os dados sobre a diversidade de quimeras presentes na coleção ictiológica do MZUSP.

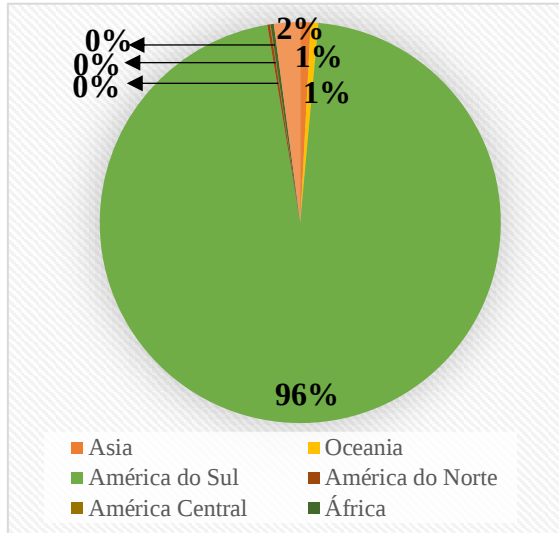
Gráfico 4. Proporção dos grupos de quimeras do número total de espécimes deste grupo depositados na coleção ictiológica do MZUSP.



De acordo com os dados encontrados nas planilhas utilizadas, as quimeras contam com 16 espécimes no acervo ictiológico do MZUSP. A família Callorhynchidae conta com 9 espécimes (60%), a família Chimaeridae conta com 5 espécimes (33%) e a família Rhinochimaeridae conta com 1 único espécime (7%).

O quinto e último gráfico contém um levantamento dos continentes de onde os espécimes de condrictes depositados na coleção ictiológica do MZUSP foram coletados.

Gráfico 5. Continentes de origem dos espécimes de condrictes armazenados na coleção ictiológica do MZUSP.



Foi constatado que 2185 espécimes de condrictes presentes na coleção foram coletados no continente da América do Sul, o que representa 96% do número total. Cerca de 48 espécimes não possuem local de coleta cadastrados e nenhum espécime consta como sendo coletado de alguma região da Europa.

- Raias:

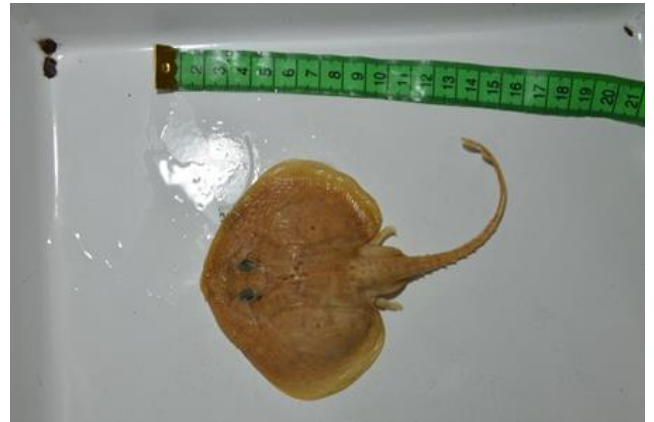


Figura 6. Rajiformes – *Psammobatis rutrum* (MZUSP 9953-9959 [indivíduo 82], fêmea, 102 mm DW/CD) Imagem: Autoria própria.



Figura 7. Rhinopristiformes – *Rhinobatus percellens* (Sem número MZUSP, fêmea, 62 mm DW/CD) Imagem: Autoria própria.



Figura 8. Torpediniformes – *Narcine brasiliensis* (MZUSP 52987, fêmea, 53 mm DW/CD) Imagem: Autoria própria



Figura 9. Myliobatiformes – *Hypanus guttata* (MZUSP 119036, macho, 147 mm DW/CD) Imagem: Autoria própria.



Figura 11. Hexanchiformes – *Chlamydoselachus anguineus* (Sem número MZUSP [MC 12.9], fêmea, 1421 mm TL/CT) Imagem: Autoria própria.

- Tubarões:



Figura 10. Hexanchiformes – *Chlamydoselachus anguineus* (Sem número MZUSP [MC 12.9], fêmea, 1421 mm TL/CT) Imagem: Autoria própria.

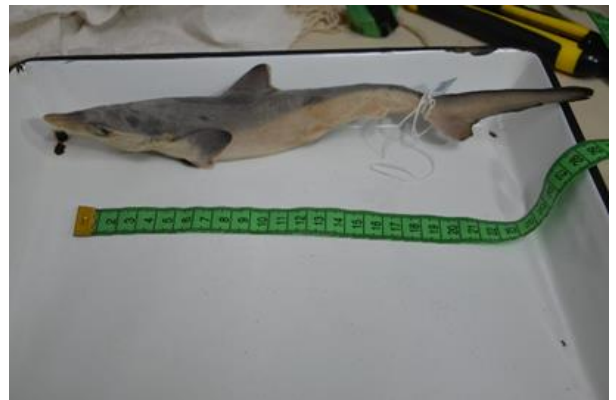


Figura 12. Carcharhiniformes – *Rhizoprionodon lalandii* (Sem número MZUSP [material Cananéia T. Possato-945], fêmea, 301 mm TL/CT) Imagem: Autoria própria.



Figura 13. Squaliformes – *Squalus* sp. (MZUSP 037352, fêmea, 284 mm TL/CT) Imagem: Autoria própria.



Figura 14. Squatiniformes – *Squatina* sp. (MZUSP 129255, fêmea, 261 mm TL/CT) Imagem: Autoria própria.

- Chimeras:



Figura 15. Chimaeriformes - *Hydrolagus matallanasi* (MZUSP 86771, fêmea, 315 mm TL,) Imagem: Autoria própria.

DISCUSSÃO

O presente trabalho se fundamentou na análise e levantamento quantitativos de espécimes de condrictes depositados no acervo da coleção ictiológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Essa abordagem forneceu uma visão abrangente da diversidade desses organismos não somente dentro da coleção,

mas nos contextos brasileiro e mundial, além de seu papel vital como fontes de dados para pesquisas científicas.

As planilhas utilizadas neste estudo representaram uma ferramenta crucial na organização e sistematização das informações sobre os espécimes de condrictes presentes na coleção. A categorização permitiu a quantificação de espécies, gêneros e famílias, criando uma base sólida para a análise quantitativa da diversidade.

A análise revelou uma riqueza taxonômica na coleção, refletindo a diversidade biológica de certos ambientes marinhos da costa brasileira. A quantificação da distribuição desses espécimes também permitiu identificar padrões geográficos e ambientais que promovem vislumbres, ainda que modestos, para a compreensão da distribuição do grupo, demonstrando que muitos estudos ainda são necessários.

A presença de diferentes gêneros e espécies, documentada nas planilhas, destaca o papel fundamental da coleção ictiológica como repositório de informações taxonômicas importantes para os mais diversos campos de pesquisa. Pesquisadores renomados, como por exemplo o Dr. José Lima Figueiredo, desenvolveram pesquisas relevantes ao entendimento dos condrictes no contexto



brasileiro, demonstrando o potencial científico atrelado ao material armazenado no MZUSP (Rosa & Gadig, 2014). Portanto, é visível que os espécimes de condrictes depositados no acervo da coleção ictiológica do MZUSP são recursos inestimáveis para a comunidade científica.

Em termos de produções bibliográficas, ao que tange os condrictes do MZUSP, é notável que a maior parte dos trabalhos recentes represente a descrição de novos táxons de raias de água doce da subfamília Potamotrygoninae (e.g., Loboda & Carvalho, 2013; Carvalho, 2016; Silva e Loboda, 2021). Tal fato não apenas justifica a relevante quantidade de espécimes tipo do grupo armazenadas no museu mas também o fato de atualmente o MZUSP ser a maior coleção desta subfamília no mundo (de Lima et al. 2023).

Além do valor científico, a coleção ictiológica do Museu de Zoologia da USP desempenha um papel significativo na conservação de vários grupos, dentre eles os condrictes. As informações quantitativas presentes nas planilhas podem ser cruciais para a identificação de espécies ameaçadas e levantamentos históricos, a avaliação do impacto de atividades humanas sobre as populações de condrictes e o desenvolvimento de estratégias de manejo e preservação (Dulvy et al., 2014). O conhecimento detalhado proporcionado

pelas planilhas é, portanto, uma ferramenta valiosa para iniciativas de conservação marinha. Apesar de seus benefícios, é importante reconhecer os desafios associados à manutenção e atualização contínua desses registros. A falta de recursos pode limitar a capacidade de expandir a coleção e manter registros detalhados.

CONCLUSÃO

Em síntese, esta pesquisa forneceu uma visão abrangente do atual contexto dos condrictes tombados na Coleção Ictiológica do Museu de Zoologia da USP e seu consequente papel na promoção de pesquisa científica e conservação. As planilhas analisadas, detalhando as quantidades de espécimes de condrictes, apresentaram diversas informações relevantes tais como localidade de coleta, ano de amostragem, pesquisador associado, dentre outros. Conclui-se, portanto, que o MZUSP é uma das mais relevantes coleções biológicas brasileiras que possui exemplares de condrictes armazenados, além de ser atualmente a maior e mais representativa para a família Potamotrygonidae do mundo. Ao evidenciar a riqueza biológica e a importância ecológica desses organismos, esta pesquisa destacou a necessidade contínua de investimentos e esforços na preservação, manutenção e expansão dessas



coleções. Somente através de iniciativas dedicadas, que combinem pesquisa, conservação e gestão eficiente, pode-se garantir que futuras gerações continuem a se beneficiar desses registros científicos de valor inestimável.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, tornando possível a sua conclusão. Este momento representa não apenas o término de uma etapa acadêmica, mas também uma jornada repleta de aprendizado, desafios e realizações.

Primeiramente, quero agradecer à minha família, a quem expressei minha eterna gratidão pelo apoio incondicional, compreensão e incentivo ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. Seu amor e suporte foram a base que sustentou cada passo deste caminho.

Agradeço a meu orientador, Arthur de Lima Oliveira e Silva, pela orientação, apoio e expertise que forneceu ao longo deste projeto. Suas orientações e “pitacos” foram fundamentais para a definição dos rumos desta pesquisa, enriquecendo-a com perspectivas críticas e ensinamentos valiosos.

Aos meus professores, meu profundo agradecimento por

proporcionarem o aprendizado ideal para meu desenvolvimento acadêmico e visão profissional.

Aos colegas de curso e amigos que acompanharam minha jornada acadêmica, agradeço pelas trocas de experiências, debates construtivos e apoio mútuo. Cada interação foi enriquecedora e contribuiu para o amadurecimento deste trabalho.

À equipe do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), em especial aos responsáveis pela coleção ictiológica, expressei minha gratidão pela disponibilidade em fornecer acesso aos espécimes e às informações necessárias para a condução desta pesquisa. A generosidade em compartilhar conhecimento e experiência foi essencial para o êxito deste estudo.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para este trabalho. Cada colaboração, conselho e estímulo foram elementos fundamentais para a concretização deste projeto acadêmico.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, M. D. 2016. *Potamotrygon rex*, a new species of Neotropical freshwater stingray (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from the middle and upper rio Tocantins, Brazil, closely allied to *Potamotrygon henlei* (Castelnau, 1855). *Zootaxa*, 4150(5), p. 537-565.

CARVALHO, M. R., & CARVALHO, M.



- de N. 2007. Tubarões da costa brasileira. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- CARVALHO, M. R. 1996 In Interrelationships of fishes. Higher-level elasmobranch phylogeny, basal squalians, and paraphyly. Academic Press. p. 35-62.
- COMPAGNO, L. J. 1988. Sharks of the order Carcharhiniformes. Princeton, Princeton University Press.
- COMPAGNO, L. J. V. (1999b). Endoskeleton. Sharks, skates, and rays: The biology of elasmobranch fishes. p.69-92.
- COMPAGNO, L.J.V. 1990. Sharks of the World. FAO Species Catalogue.
- COMPAGNO, L.J.V. 2005. Sharks of the World. Princeton University Press.
- DE LIMA, A., LOBODA, T. S., GIANETI, M. D., SILVA, J. P. C. B., & DE PINNA, M. 2023. Type specimens of Elasmobranchii in the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Zootaxa, 5296(3), p. 301-332.
- DIDIER, D. A. 1995. Phylogenetic systematics of extant chimaeroid fishes (Holocephali, Chimaeroidei). American Museum Novitates, 3119.
- DULVEY, N. K. ET AL. 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays.
- DREW, J. A. 2011. The role of natural history institutions and bioinformatics in conservation biology. Conservation Biology, v. 25(6), p. 1250-1252.
- FIGUEIREDO, J.L., 1977. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil – I. Introdução Cações, raias e quimeras. São Paulo, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- FOWLER, S. ET AL. 2005. Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes
- FRICKE, R., ESCHMEYER, W. N. & VAN DER LAAN, R. (eds) 2023. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. Available at: (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>)
- Versão eletrônica acessada em: [3 de Novembro 2023].
- HOLMES, M. W., et al. 2016. Natural history collections as windows on evolutionary processes. Molecular Ecology, v. 25(4), p. 864-881.
- KALMIJN, A.J. 1971. The Electric Sense of Sharks and Rays. Journal of Experimental Biology, v. 55, p. 371-383.
- KRIWET, J., & BENTON, M. J. 2004. Neoselachian (Chondrichthyes, Elasmobranchii) diversity across the K/T boundary. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v.214(3), p. 181-194.
- LAST, P.R. ET AL. 2016. The Rays of the World project - an explanation of nomenclatural decisions.
- LAST, P.R., & STEVENS, J.D. 2009. Sharks and Rays of Australia. Harvard University Press.
- LESSA, R., BATISTA, V. S., & SANTANA, F. M. 2016. Close to extinction? The collapse of the endemic daggernose shark (Isogomphodon oxyrinchus) off Brazil. Global Ecology and Conservation, v. 7, p. 70-81.
- LOBODA, T. S., & CARVALHO, M. R. D. 2013. 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, 11, p. 693-737.
- MAISEY, J.G. 1996. Discovering Fossil Fishes. Henry Holt and CO.
- MARINHO, M.M.F., PEIXOTO, L., LOBODA, T., PINNA, M. de., BRISTKI, H., MENEZES, N.A., FIGUEIREDO, J.L., OYAKAWA, O.T., GIANETI, M. & DATOVO, A. (2019) MZUSP: The Ichthyological Collection at Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia, v. 119, p. 94-101.
- NAYLOR, G. J., CAIRA, J. N., JENSEN, K., ROSANA, K. A., STRAUBE, N., & LAKNER, C. 2012. Elasmobranch



phylogeny: a mitochondrial estimate based on 595 species. The biology of sharks and their relatives, 31-56.

PYKE, G. H., & EHRLICH, P. R. 2010. Biological collections and ecological/environmental research: a review, some observations and a look to the future. *Biological Reviews*, v. 85(2), p. 247-266.

REIF, W.-E. 1982. Evolution of dermal skeleton and dentition in vertebrates. *Evolutionary Biology*, v. 15, p. 287–368.

ROSA, R. S., & GADIG, O. B. F. (2014). Conhecimento da diversidade dos Chondrichthyes marinhos no Brasil: a contribuição de José Lima de Figueiredo. *Arquivos de Zoologia*, 45, p. 89-104.

ROSENBERGER, L.J. 2001. Pectoral fin locomotion in batoid fishes: undulation versus oscillation. *Journal of Experimental Biology*, v. 204, p. 379-394.

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

STAHL, B. J. 1999. Chondrichthyes III: Holocephali. In: *Handbuch der Paläoherpetologie*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil.

SUAREZ, A. V., & TSUTSUI, N. D. 2004. The value of museum collections for research and society. *BioScience*, v. 54(1), p. 66-74.

VENANCIO, P. C., CARVALHO, M. R., & CARVALHO, M. de N. 2018. Annotated checklist of Chondrichthyes in Brazilian waters. *Journal of Applied Ichthyology*, v.34(1), p. 1-71.

WINKER, K. 2004. Natural History Museums in a Postbiodiversity Era. *BioScience*, v.54(5), p. 455-459.