

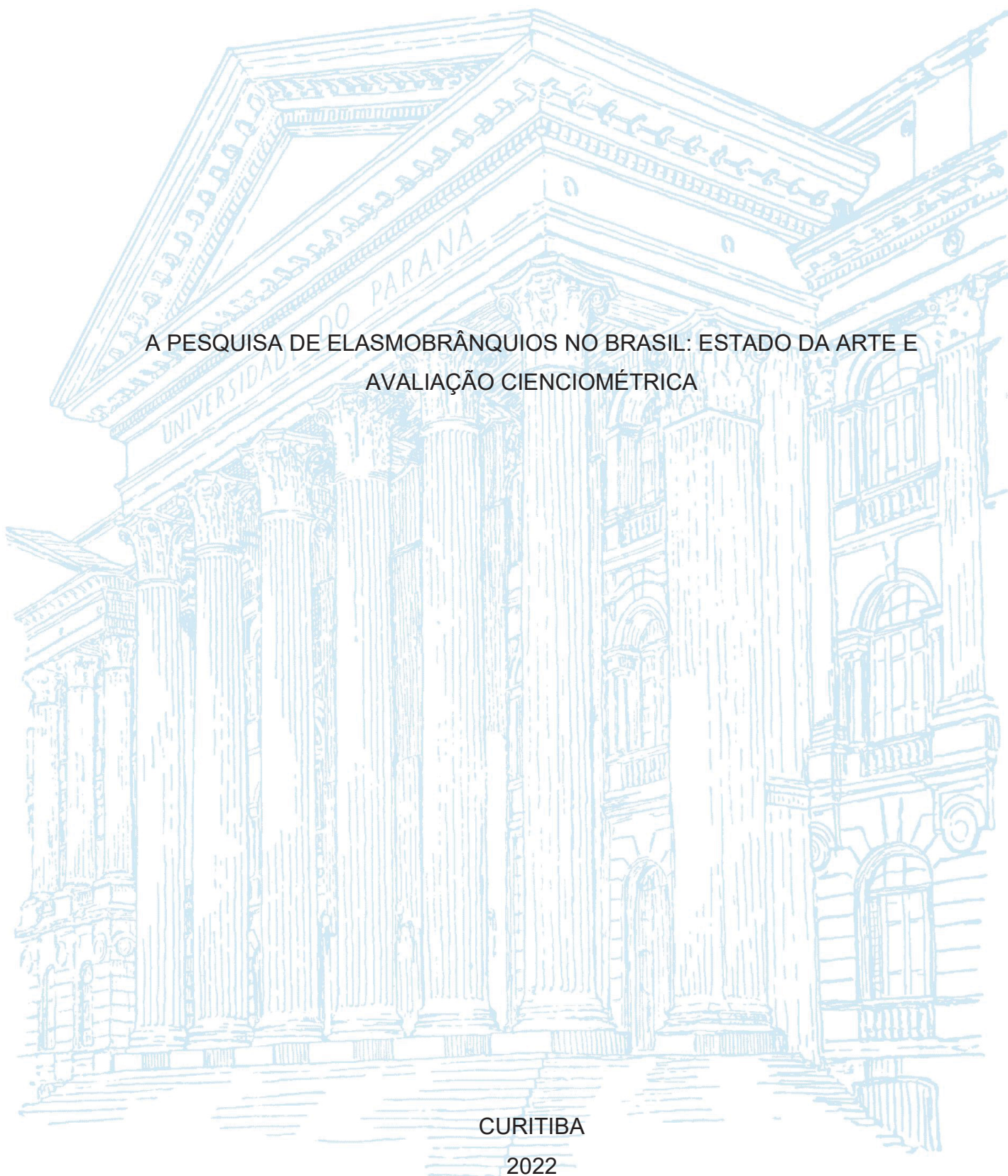
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ÉRICA PADILHA

A PESQUISA DE ELASMOBRÂNCIOS NO BRASIL: ESTADO DA ARTE E  
AVALIAÇÃO CIENCIOMÉTRICA

CURITIBA

2022



ÉRICA PADILHA

A PESQUISA DE ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL: ESTADO DA ARTE E  
AVALIAÇÃO CIENTÍFICA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zoologia, departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Emygdio Leite de Araujo  
Monteiro-Filho

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Padilha, Érica.

A pesquisa de elasmobrânquios no Brasil: estado da arte e avaliação cienciométrica. /  
Érica Padilha. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Orientador: Emygdio Leite de Araújo Monteiro-Filho.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências  
Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Elasmobrânquios. 2. Pesquisa bibliográfica. 3. Tubarão (Peixe) - Brasil. 4. Raia  
(Peixe). I. Título. II. Monteiro-Filho, Emygdio Leite de Araújo. III. Universidade Federal do  
Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

Bibliotecária: Rosilei Vilas Boas CRB-9/939



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ZOOLOGIA -  
40001016008P4

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **ÉRICA PADILHA** intitulada: **A PESQUISA DE ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL: ESTADO DA ARTE E AVALIAÇÃO CIENCIOMÉTRICA**, sob orientação do Prof. Dr. EMYGDIO LEITE DE ARAUJO MONTEIRO FILHO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 30 de Novembro de 2022.

Assinatura Eletrônica

08/12/2022 16:10:54.0

EMYGDIO LEITE DE ARAUJO MONTEIRO FILHO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

08/12/2022 10:22:20.0

LUIS FERNANDO FÁVARO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

08/12/2022 12:52:49.0

VINICIUS ABILHOA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

---

Avenida Cel Francisco H Santos, s/n - CURITIBA - Paraná - Brasil  
CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-1641 - E-mail: pgzoo@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 240607

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>  
e insira o código 240607

Aos meus amados avós Omero Alvarez e Therezinha Anunciata Flores Amato  
(*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Todo, ao universo, por me permitir viver uma experiência terrena tão mágica e cheia de propósito e amor. Com todas as dificuldades que experienciamos nesse plano ainda me sinto completamente apaixonada pela oportunidade de dividir esse tempo e espaço com tantos seres incríveis.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, por com muito esforço me permitirem que eu pudesse seguir os meus sonhos e trilhar o meu caminho de acordo com os meus ideais. Agradeço a vocês também por terem me passado valores que fazem de mim um ser humano melhor a cada dia e por estarem sempre dispostos a me ajudar e me acolher todas as vezes em que preciso. Obrigada por entenderem as tantas vezes que eu não estive presente “porque precisava fazer as coisas do mestrado”, por falarem de mim com tanto orgulho pelas batalhas que eu decidi lutar e por torcerem tanto por mim. Eu amo muito vocês!

Agradeço ao professor Emygdio, por ter me acolhido como aluna em um dos períodos mais difíceis da minha vida, por ter me dado todo o suporte, apoio, paciência e tempo para que eu pudesse desenvolver um projeto do zero “aos 45 do segundo tempo” e por acreditar no meu potencial. Já lhe admirava muito como profissional e agora admiro mais ainda como pessoa. Obrigada de coração por ter me dado a oportunidade maravilhosa de ser sua orientada!

Aos amigos maravilhosos que eu tenho, meu mais sincero obrigada por todas as palavras de apoio, por todas as vezes que precisei de colo pra chorar, por todas as vezes que acreditaram em mim quando eu mesma não acreditei, por todos os “puxões de orelha”, por todas as vezes que precisei desabafar, por todos os momentos de descontração, de conversa, de risadas, de parceria! Sou muito sortuda e abençoada por ter tantas pessoas incríveis caminhando comigo. Nada do que eu conquistei seria possível sem ter dividido o processo com vocês, fica a minha eterna gratidão! Agradecimento especial a minha amiga Aline Prado, por todos os campos, todas as orientações profissionais que me deu, por todo o tempo e carinho que dedicou a me ensinar muito do que sei sobre elasmobrânquios, por tudo que me ajudou sem me pedir nada em troca, por todos os perrengues que passamos juntas! Obrigada pela amizade que criamos, pela parceria, sintonia e pelo tanto que evoluímos juntas! Sabe o quanto te amo e admiro, mas fica aqui registrado mais uma vez!



Obrigada aos amigos maravilhosos que o mestrado me trouxe, Emily Nentwig, Carolina Simião, Matheus Danelichen, que mesmo no meio de uma pandemia mundial tendo aulas apenas remotamente se tornaram pessoas muito especiais que dividiram não só os perrengues da vida acadêmica comigo como também da vida pessoal. Sou muito grata e feliz de ter conhecido vocês e de poder continuar cultivando essa amizade mesmo após o término dessa fase!

À minha amiga que a faculdade de biologia me trouxe, Isabelle Aliganchuki, por todos os momentos maravilhosos que já dividimos, por todos os momentos de aprendizados difíceis, por toda a parceria e sintonia que temos, por ser essa pessoa de alma tão linda sempre disposta a ajudar a todos os seres que cruzam o seu caminho (inclusive eu), por ser colo, abraço, apoio e ouvidos pra todas as horas! Me sinto absolutamente feliz de dividir a jornada contigo, te amo e te admiro sempre!

Aos meus amigos de infância Emerson Napoli, Ana Paula Mereniuk, Carolina Mereniuk e Barbara King, por serem sempre tão presentes na minha vida, por me darem tanto amor e apoio a tantos anos, por torcerem tanto por mim, por me conhecerem tão bem, pelo tanto que dividimos a tanto tempo! Não caberia em palavras o tanto que eu amo, admiro, torço por vocês e quero vocês sempre na minha vida!

A minha psicóloga, Andrielle Gricolo, por ter feito um trabalho tão incrível que salvou a minha vida e continua sendo indispensável para a minha evolução como ser humano. Por ter me dado tantas orientações e ferramentas em períodos da minha vida em que as minhas batalhas pareciam impossíveis de serem vencidas e por ter sido essencial para que eu conseguisse desenvolver força e resiliência para não desistir no caminho. Muitas batalhas já foram vencidas (essa é uma delas) e devo muito disso a você! Obrigada por me ajudar a construir uma versão minha que é melhor a cada dia!

A todos que em algum momento me ajudaram, me abriram caminhos, me deram oportunidades, que torceram por mim de alguma forma. A todos que me ensinaram lições valiosas por bem ou por mal. Costumo dizer que tudo na vida ou é benção ou é aprendizado e que com sorte, aquilo que você aprende em algum momento se torna benção também e te constrói como ser humano. Aprendi e evolui muito nesse tempo do mestrado e sou muito grata a todos que participaram disso!

“Seja a mudança que você quer ver no mundo”.

(Mahatma Gandhi)



## RESUMO

Tubarões e raias se encontram atualmente entre os animais vertebrados mais ameaçados da terra em especial devido a ações antrópicas. O Brasil é considerado um *hotspot* mundial para esses animais, representando uma nação prioritária para a sua conservação. No entanto, elasmobrânquios ainda são pouco representados na literatura do país e 35% das espécies ainda se encontram em categorias de “dados deficientes” de acordo com avaliações realizadas pelo ICMbio, já sendo registrados declínios de 80% na abundância de algumas espécies devido a sobrepesca. Considerando que estudos de revisão podem ser muito úteis para demonstrar a extensão do conhecimento acerca de um determinado grupo taxonômico e para direcionar novas pesquisas e ações de conservação, o presente estudo visou a apresentar o panorama histórico da literatura produzida com elasmobrânquios no Brasil através de um levantamento bibliográfico quantitativo. Foram 904 estudos recuperados entre os anos de 1965 e 2022, dos quais 48% focados em tubarões, 40% em raias e 12% abordando ambos. Em relação aos estudos com raias, 74% foram de espécies de habitat marinho e 26% de água doce. Mais da metade dos estudos feitos com elasmobrânquios no país foram realizados com animais mortos provindos especialmente da pesca, demonstrando ainda a dependência da pesquisa em relação à atividade pesqueira mesmo essa sendo a principal ameaça para o grupo em águas brasileiras. Em relação aos estudos realizados com animais vivos, 83% foram realizados com animais de vida livre e apenas 17% com animais cativos, demonstrando pouco aproveitamento científico dos elasmobrânquios cativos no país e a falta de recursos para desenvolvimento de pesquisas com animais vivos no geral. O número de estudos nas regiões brasileiras decresce do Sudeste para Nordeste, Sul e Norte. As principais famílias estudadas foram: Carcharhinidae, Rajidae, Sphyrnidae, Rhinobatidae, Dasyatidae, Potamotrygonidae e Lamnidae. As espécies que apareceram nos estudos com maior frequência foram: *Sphyrna lewini*, *Galeocerdo cuvier*, *Prionace glauca*, *Rhizoprionodon porosus*, *Rhizoprionodon lalandii*, *Zapteryx brevirostris*, *Lamna nasus*, *Sphyrna zygaena*, *Pseudobatos percellens* e *Carcharhinus limbatus*. Os principais temas abordados nas pesquisas foram: Ecologia geral, História de vida, Pesquisa laboratorial básica, Pesca, Conservação e Alimentação. Apesar de existirem diversos estudos pontuando os desafios para a conservação do grupo e sugerindo prioridades e estratégias para que isso seja possível, poucas foram as ações de conservação encontradas. Foi possível notar um crescente interesse na pesquisa com elasmobrânquios, bem como o aumento do conhecimento disponível para algumas espécies no país. No entanto, ainda há algumas espécies sem dados básicos além de uma ampla gama de áreas muito pouco exploradas seja por falta de recursos, interesse ou dificuldade de acesso aos animais. Os dados aqui mostrados revelam não só as áreas de pesquisa e as espécies que mais carecem de dados, como a necessidade de atenção e investimento em ações concretas de conservação e fiscalização nos próximos anos se quisermos de fato proteger espécies ameaçadas no Brasil.

Palavras-chave: elasmobrânquios; revisão; levantamento bibliográfico; tubarões; raias.

## ABSTRACT

Sharks and rays are currently among the most threatened vertebrate animals on earth, especially due to human activities. Brazil is considered a global hotspot for these animals, representing a priority nation for their conservation. However, elasmobranchs are still poorly represented in the country's literature and 35% of the species are still in the "data deficient" category according to assessments carried out by ICMbio, with 80% declines in the abundance of some species due to overfishing. Considering that review studies can be very useful to demonstrate the extent of knowledge about a certain taxonomic group and to direct new research and conservation actions, the present study aimed to present a historical view of the literature produced with elasmobranchs in Brazil through a quantitative bibliographic survey. There were 904 studies retrieved between the years 1965 and 2022, of which 48% focused on sharks, 40% on rays and 12% addressing both. Regarding the studies with rays, 74% were from marine habitat species and 26% from freshwater. More than half of the studies carried out with elasmobranchs in the country were carried out with dead animals, especially from fishing, demonstrating the dependence of research on fishing activity, even though this is the main threat to the group in Brazilian waters. Regarding the studies carried out with live animals, 83% were carried out with free-ranging animals and only 17% with captive animals, demonstrating little scientific use of captive elasmobranchs in the country and the lack of resources for the development of research with live animals in general. The number of studies in Brazilian regions decreases from the Southeast to the Northeast, South and North. The main families studied were: Carcharhinidae, Rajidae, Sphyrnidae, Rhinobatidae, Dasyatidae, Potamotrygonidae and Lamnidae. The species that appeared in the studies most frequently were: *Sphyrna lewini*, *Galeocerdo cuvier*, *Prionace glauca*, *Rhizoprionodon porosus*, *Rhizoprionodon lalandii*, *Zapteryx brevirostris*, *Lamna nasus*, *Sphyrna zygaena*, *Pseudobatos percellens* and *Carcharhinus limbatus*. The main topics covered in the research were: General ecology, Life history, Basic laboratory research, Fishing, Conservation and Food. Although there are several studies pointing out the challenges for the conservation of the group and suggesting priorities and strategies to make this possible, few conservation actions were found. It was possible to notice a growing interest in research with elasmobranchs, as well as an increase in the knowledge available for some species in the country. However, there are still some species without basic data, in addition to a wide range of areas that are very little explored, either due to lack of resources, interest or difficulty in accessing animals. The data shown here reveal not only the research areas and species that most lack data, but also the need for attention and investment in concrete conservation and inspection actions in the coming years if we really want to protect endangered species in Brazil.

Keywords: elasmobranchs; revision; bibliographic survey; sharks; rays.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EVOLUÇÃO TEMPORAL NA QUANTIDADE DE ESTUDOS ENVOLVENDO ELASMOBRÂNQUIOS NA COSTA BRASILEIRA ENTRE 1965 E 2022.....	21
FIGURA 2 – (A) TIPOS DE ESTUDOS LEVANTADOS E FREQUÊNCIA DO GRUPO ALVO DOS ESTUDOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1965 A 2022 (B) PORCENTAGEM DE ESTUDOS COM RAIAS DE HABITAT MARINHO E DE ÁGUA DOCE NO BRASIL NO PERÍODO DE 1965 A 2022. ....	22
FIGURA 3 – <b>A.</b> EVOLUÇÃO TEMPORAL NA QUANTIDADE DE ESTUDOS ENVOLVENDO RAIAS DE ÁGUA DOCE NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022. <b>B.</b> EVOLUÇÃO TEMPORAL NA QUANTIDADE DE ESTUDOS ENVOLVENDO RAIAS DE ÁGUA SALGADA NA COSTA BRASILEIRA ENTRE 1965 E 2022.....	22
FIGURA 4 – CONDIÇÃO DOS ELASMOBRÂNQUIOS ESTUDADOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1965 A 2022. ....	23
FIGURA 5 – <b>A.</b> PORCENTAGEM DE ESTUDOS DESENVOLVIDOS COM ANIMAIS DE VIDA LIVRE E DE CATIVIERO NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022. <b>B.</b> MÉTODOS DE ESTUDOS APLICADOS AS PESQUISAS DE VIDA LIVRE E EM CATIVEIRO NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022. * BRUV = BAITED REMOTE UNDERWATER VIDEO. ....	24
FIGURA 6 – FREQUÊNCIA DE GÊNERO DO PRIMEIRO AUTOR DOS ESTUDOS LEVANTADOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1965 A 2022. ....	24
FIGURA 7 – EM <b>A</b> , PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES DE VÍNCULO PARA PRIMEIROS AUTORES DOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022, E EM <b>B</b> , SEUS RESPECTIVOS ESTADOS POLÍTICOS DO BRASIL.....	26
FIGURA 8 – EM <b>A</b> , PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES DE VÍNCULO PARA AUTORES COLABORADORES DOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022; E EM <b>B</b> , SEUS RESPECTIVOS ESTADOS POLÍTICOS DO BRASIL.....	29

FIGURA 9 – QUANTIDADE DE ESTUDOS LEVANTADOS POR REGIÃO BRASILEIRA ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022. ....	31
FIGURA 10 – ABRANGÊNCIA TAXONÔMICA DOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022. ....	31
FIGURA 11 – NÚMERO DE ESTUDOS COM CADA FAMÍLIA DE ELASMOBRÂNQUIOS DESENVOLVIDOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022. ....	32
FIGURA 12 – ESPÉCIES DE ELASMOBRÂNQUIOS MAIS ESTUDADAS NA COSTA DO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022 E SEUS RESPECTIVOS STATUS DE CONSERVAÇÃO DE ACORDO COM A UNIÃO INTERNACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (IUCN). ....	33
FIGURA 13 – STATUS DE AMEAÇA DAS ESPÉCIES DE ELASMOBRÂNQUIOS NA LISTA DA UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (IUCN) E NA LISTA DO INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). ....	34
FIGURA 14 – NUVEM DE PALAVRAS-CHAVE MAIS FREQUENTES NOS ESTUDOS COM, (A) ELASMOBRÂNQUIOS EM GERAL, (B) NOS ESTUDOS EXCLUSIVOS DE TUBARÕES E (C) NOS ESTUDOS EXCLUSIVOS DE RAIAS ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022. ....	34
FIGURA 15 – NÚMERO DE ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NA COSTA BRASILEIRA PUBLICADOS ENTRE 1965 E 2022, SEPARADOS POR TEMAS E ASSUNTOS. ....	36

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ESTUDOS REALIZADOS COM ELASMOBRÂNQUIOS EM CATIVEIRO NO BRASIL, ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022. ....	41
---	----

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – TERMOS DE BUSCA UTILIZADOS NO GOOGLE ACADÊMICO PARA RECUPERAR ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL EM PORTUGUÊS E INGLÊS.....	17
QUADRO 2 – VARIÁVEIS E SUAS DEFINIÇÕES CONSIDERADAS NO LEVANTAMENTO DE ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022.....	17
QUADRO 3 – RELAÇÃO DE TEMAS E ASSUNTOS ENCONTRADOS NO LEVANTAMENTO DE ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022.....	18
QUADRO 4 – DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE ESTUDO DE ELASMOBRÂNQUIOS UTILIZADOS NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022.....	19
QUADRO 5 – TIPOS DE ESTUDOS DESENVOLVIDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS EM CATIVEIRO NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022.....	20
QUADRO 6 – VINCULAÇÕES INTERNACIONAIS DE PRIMEIROS AUTORES ENCONTRADOS NOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022, NÚMERO DE ESTUDOS POR VINCULAÇÃO E SEUS RESPECTIVOS PAÍSES. ....	25
QUADRO 7 – VINCULAÇÕES INTERNACIONAIS DE AUTORES COLABORADORES ENCONTRADOS NOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022, NÚMERO DE ESTUDOS POR VINCULAÇÃO E SEUS RESPECTIVOS PAÍSES. ....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
2.1 ANÁLISES GRÁFICAS E SOFTWARES.....	20
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>21</b>
3.1 ABRANGÊNCIA TAXONÔMICA, ALVO DOS ESTUDOS E ESPECIFICIDADE.	31
3.2 ÁREAS DE CONHECIMENTO E ASSUNTOS ABORDADOS NOS ARTIGOS ..	34
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
4.1 CONSERVAÇÃO .....	51
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>53</b>
5.1 PROPOSTAS .....	53
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>55</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A classe Chondrichthyes Huxley, 1880, consiste no agrupamento sistemático de 1.188 espécies de peixes com esqueleto cartilaginoso as quais estão divididas em duas subclasses: Holocephali Bonaparte, 1832, a qual pertencem as quimeras e Elasmobranchii Bonaparte, 1838, a qual pertencem os tubarões e raias (CAMHI, 1998; WEIGMANN, 2016). Atualmente, são conhecidas 1.139 espécies pertencentes a subclasse Elasmobranchii, sendo nove ordens, 34 famílias, 105 gêneros e 509 espécies de tubarões e, seis ordens, 24 famílias, 88 gêneros e 630 espécies de raias (WEIGMANN, 2016).

Os elasmobrânquios estão distribuídos em águas tropicais, subtropicais, temperadas e frias de todos os mares e oceanos do globo, habitando ambientes pelágicos, demersais, recifais, estuarinos e até mesmo sistemas de água doce (COMPAGNO, 1984). As espécies pertencentes a essa subclasse apresentam um modo de vida caracterizado por crescimento lento, maturidade sexual tardia, baixa fecundidade e alta longevidade (CAMHI, 1998). Tiveram selecionadas também, uma ampla gama de características morfológicas e mecânicas ao longo de sua evolução (e.g. partenogênese facultativa, diapausa embrionária, bioluminescência, cabeça em forma de martelo ou *rostrum* em forma de serra, ferrões e eletricidade (DULVY *et al.*, 2017) características essas que os permitiram a ocupar o topo, ou próximo a ele, das pirâmides tróficas em todos os ambientes dos quais fazem parte exercendo um importante papel no controle de presas e equilíbrio dos ecossistemas onde habitam (WEIGMANN, 2016). Suas adaptações evolutivas, grandes tamanhos corporais, poucos predadores naturais, neonatos grandes e com alta expectativa de vida juntamente com a baixa taxa de mortalidade natural, por muito tempo foram suficientes para manter as taxas de mortalidade e nascimento equilibradas garantindo o seu sucesso evolutivo por aproximadamente 400 milhões de anos (CAMHI, 1998; BORNATOWSKI & ABILHOA, 2012).

No entanto, apesar de representarem uma das mais antigas radiações existentes de animais vertebrados e de exercerem um papel chave nos ecossistemas dos quais fazem parte, a rápida expansão das atividades humanas, em especial o aumento da pressão pesqueira, colocaram os tubarões e raias entre os vertebrados mais ameaçados de extinção da atualidade (DULVY *et al.*, 2014; PACOUREAU *et al.*, 2021). Essa é uma condição que reflete a intensificação da pesca de elasmobrânquios

em todo o globo nas últimas três décadas, com estimativas de 63 a 262 milhões de indivíduos capturados anualmente (WORM *et al.*, 2013). Nesse sentido, os processos reprodutivos selecionados os tornam ainda mais suscetíveis às pressões antropogênicas visto que possuem baixas taxas de aumento populacional, de forma que já foi registrado uma queda de 71% da abundância global de elasmobrânquios oceânicos, resultado em três quartos dessas espécies ameaçadas de extinção em especial devido a sobrepesca (PACOUREAU *et al.*, 2021). Apesar da situação alarmante, o grupo continua sob constantes ameaças antrópicas, enfrentando além da sobrepesca, um cenário de degradação, perda de habitat e mudanças climáticas em diversos locais do globo (DULVY *et al.*, 2017; PACOUREAU *et al.* 2021).

No Brasil, são registradas 169 espécies de elasmobrânquios, das quais 91 tubarões e 77 raias (ROSA & GADIG, 2014). Destas espécies registradas, 31 apresentam algum grau de endemismo, sendo o país considerado um *hotspot* mundial para a biodiversidade desses animais e um centro de endemismo para o grupo, o que nos torna uma nação prioritária para sua conservação (LUCIFORA *et al.*, 2011; DULVY *et al.*, 2014). No entanto, apesar de sua importância, o país representa hoje uma grande ameaça ao grupo, sendo o maior importador e um dos maiores produtores de carne de “caçã” do mundo (DENT & CLARCK, 2015), tendo registrado em estatísticas nacionais, declínios de mais de 80% na abundância de várias espécies de elasmobrânquios, passando a fazer parte dos países com maior necessidade de melhorias na gestão da pesca (ICMBio, 2014; DULVY *et al.*, 2017).

Desenvolver e implementar políticas públicas para a conservação de espécies requer dados científicos sobre aspectos biológicos, ecológicos e taxonômicos atualizados e a ausência ou insuficiência desses dados torna a conservação um desafio. Isso fica evidente quando constatamos que a maioria das espécies de elasmobrânquios ainda é pouco representada na literatura científica (DOMINGUES *et al.*, 2018; SANDOVAL-CASTILLO, 2019), em particular nas nações em desenvolvimento, onde a riqueza desses animais é relativamente alta e a falta de gestão da pesca é uma realidade (DULVY *et al.*, 2014). Somado a isso, não há informações que mostrem como a pesquisa dos Chondrichthyes evoluiu ao longo do tempo, especificamente na América do Sul (AWRUCH *et al.*, 2018). Nesse sentido, estudos de revisão podem ser muito úteis para compilar, catalogar e explorar os estudos existentes, mostrando não só a evolução do conhecimento, mas também as tendências de pesquisa na área, de forma a auxiliar no planejamento e direcionamento

de estudos futuros de acordo com as áreas de conhecimento prioritárias (AGUIAR & VALENTIN, 2010).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo levantar os dados disponíveis sobre os conhecimentos de elasmobrânquios no Brasil ao longo do tempo, identificar as principais tendências de pesquisa bem como as lacunas de conhecimento existentes, além de identificar o perfil dos pesquisadores, as regiões e instituições envolvidas com a pesquisa do grupo de forma a gerar subsídios e direcionar ações futuras.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados se deu a partir da busca de três diferentes termos em português e inglês (QUADRO 1) na plataforma do google acadêmico.

QUADRO 1 – TERMOS DE BUSCA UTILIZADOS NO GOOGLE ACADÊMICO PARA RECUPERAR ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL EM PORTUGUÊS E INGLÊS.

Português	Inglês
Elasmobrânquios Brasil	Elasmobranchs Brazil
Tubarões Brasil	Sharks Brazil
Raias Brasil	Rays Brazil Batoids Brazil

Fonte: A autora (2022).

Para a análise foram considerados apenas artigos, dissertações, teses e livros que tinham como foco principal a pesquisa de elasmobrânquios. Ao recuperar as publicações, estas foram compiladas em planilha de forma a registrar: Título, Ano de publicação, Abrangência taxonômica, Táxon alvo, Espécies, Condição dos animais, Local de estudo/coleta, Palavras-chave, Gênero do autor correspondente, Residência profissional do autor correspondente, Residência profissional dos autores colaboradores, Tema, Assuntos e Tipo de material (QUADRO 2).

Em relação ao tema, foram consideradas 10 variáveis que se desdobraram em diferentes assuntos conforme demonstrado no QUADRO 3. Vale pontuar que para alguns estudos coletados, as categorias de Espécies, Temas e Assuntos, podem apresentar mais de uma variável de forma que todas foram consideradas e registradas igualmente ao longo do levantamento.

QUADRO 2 – VARIÁVEIS E SUAS DEFINIÇÕES CONSIDERADAS NO LEVANTAMENTO DE ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022.

Variável	Definição
Ano	Ano de publicação do artigo
Abrangência taxonômica	Estado A – uma única espécie Estado B – duas ou mais espécies
Táxon – alvo	Qual a principal unidade taxonômica relatada no estudo.

<b>Variável</b>	<b>Definição</b>
Espécies	Espécies relatadas no estudo
Condição dos animais	Condição dos animais avaliados no artigo: Condição A – Animais mortos (pescados) Condição B – Animais vivos de vida livre Condição C – Animais vivos em cativeiro Condição D – Estudos teóricos Condição E – Fósseis Condição F – Ovos
Local de estudo	Estados brasileiros nos quais os estudos foram desenvolvidos e/ou os animais foram coletados
Palavras- chave	Palavras – chave utilizadas nos artigos
Gênero do autor correspondente	Feminino ou Masculino
Residência profissional do autor correspondente	Faculdades, Universidades e outras instituições de pesquisa nas quais os autores atuavam na data da publicação
Residência profissional dos autores colaboradores	Faculdades, Universidades e outras instituições de pesquisa nas quais os autores colaboradores atuavam na data da publicação
Tipo de material	Artigo, Livro, Tese ou Dissertação

FONTE: A autora (2022).

QUADRO 3 – RELAÇÃO DE TEMAS E ASSUNTOS ENCONTRADOS NO LEVANTAMENTO DE ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022.

<b>Temas</b>	<b>Assuntos</b>
Patologias	Todas as patologias
Alimentação	Composição da dieta
Conservação	Desafios, prioridades e estratégias, atitudes para mudar o panorama, extinções, status de conservação
Pesca	Elasmobrânquios capturados pela pesca, CPUE, “bycatch” (captura incidental)
Biologia evolutiva	Biogeografia, sistemática filogenética, genética de populações, paleontologia, arqueologia
Ecologia geral	Poluição e Ecotoxicologia, Funcionamento e serviços do ecossistema, padrões de diversidade e estrutura de comunidades, dinâmicas espaço-temporais nas populações e nas interações ecológicas, interações com humanos, “checklist” de espécies/ocorrência
História de vida	Biologia do envelhecimento e longevidade, natalidade e mortalidade, padrão de crescimento e tamanho corporal,

<b>Temas</b>	<b>Assuntos</b>
	tamanho do grupo, ontogenia das características reprodutivas, reprodução
Tratamento e manipulação experimental	Fisiologia aplicada, medicina veterinária, qualidade de vida, enriquecimento ambiental, estudos clínicos
Pesquisa laboratorial básica	Morfologia, anatomia e histologia, fisiologia de sistemas, genética geral, biologia celular e imunologia, bioquímica e biologia molecular
Outros	Etologia, taxonomia, educação ambiental, encalhes

FONTE: A autora (2022).

Em relação aos estudos desenvolvidos com elasmobrânquios no Brasil, foram consideradas diferentes metodologias as quais encontram-se descritas no Quadro 4.

QUADRO 4 – DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE ESTUDO DE ELASMOBRÂNQUIOS UTILIZADOS NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022.

<b>Método</b>	<b>Descrição</b>
Pesca	Estudos que utilizaram elasmobrânquios capturados pela pesca comercial seja ela acidental ou direcionada
Captura científica	Pesquisas que envolveram a captura de elasmobrânquios especificamente para fins científicos
Coleções científicas	Estudos que utilizaram animais providos de coleções científicas de universidades e/ou museus
Observação	Observações de elasmobrânquios feitas a bordo e/ou em terra
Mergulho	Observações feitas através de mergulhos
Fotografia	Registros feitos a bordo ou em mergulhos
Telemetria	Estudos que envolveram a marcação e acompanhamento do deslocamento de elasmobrânquios
BRUV	Vídeo subaquático remoto com isca (Baited Remote Underwater Video) técnica que consiste no uso de um aparato de filmagem com isca para atrair e registrar elasmobrânquios embaixo da água
Drone	Veículos aéreos não tripulados e controlados de forma remota para registro de imagens aéreas

FONTE: A autora (2022).

Os tipos de estudo com elasmobrânquios em cativeiro estão melhor descritos no Quadro 5.

QUADRO 5 – TIPOS DE ESTUDOS DESENVOLVIDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS EM CATIVEIRO NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022.

<b>Estudo</b>	<b>Descrição</b>
Reprodução	Registros de nascimentos de elasmobrânquios em cativeiro
Comportamento	Avaliações sobre os padrões comportamentais e possíveis interações de elasmobrânquios em cativeiro
Fisiologia aplicada	Estudos voltados ao entendimento de funções químicas, físicas, biológicas e suas interações nos elasmobrânquios
Doenças	Estudos voltados ao registro de doenças que acometem elasmobrânquios em cativeiro
Microbiologia	Estudos voltados a pesquisa de micro organismos encontrados em elasmobrânquios de cativeiro

FONTE: A autora (2022).

## 2.1 ANÁLISES GRÁFICAS E SOFTWARES

As variáveis coletadas foram transformadas em gráficos, mapas e porcentagens através do software Excel e as imagens geradas foram editadas através do aplicativo *online Canva*.

A fim de verificar tendências em relação aos estudos levantados, foram geradas três diferentes nuvens de palavras através do *site Wordclouds.com* utilizando as palavras-chave dos estudos nos quais estas estavam disponíveis.



### 3 RESULTADOS

Foram recuperados 904 estudos disponíveis entre os anos de 1965 e 2022 os quais tiveram como objetivo principal o estudo de elasmobrânquios (FIGURA 1).

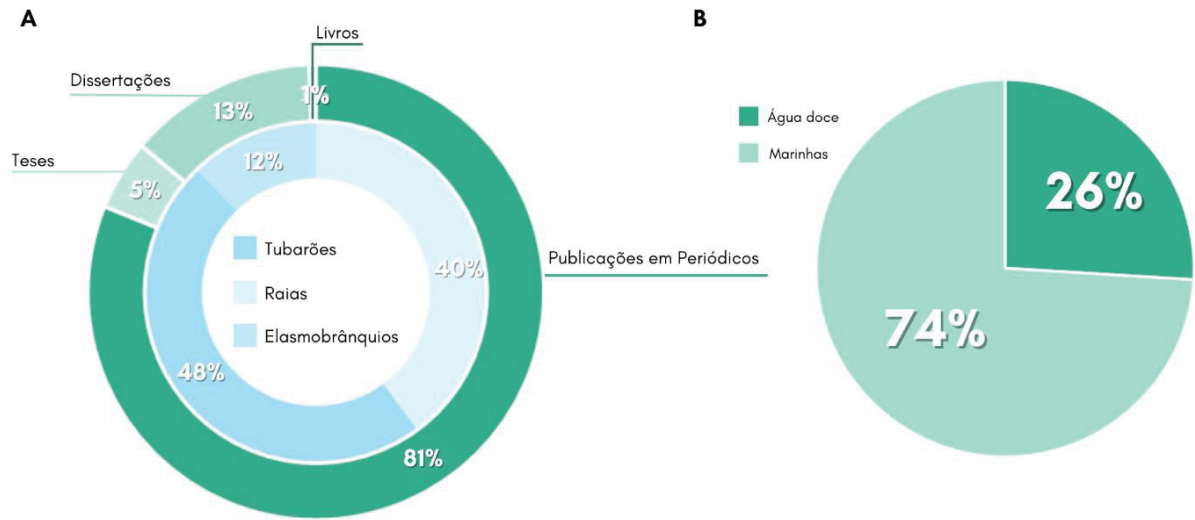
FIGURA 1 – EVOLUÇÃO TEMPORAL NA QUANTIDADE DE ESTUDOS ENVOLVENDO ELASMOBRÂNQUIOS NA COSTA BRASILEIRA ENTRE 1965 E 2022.



FONTE: A autora (2022).

Desses estudos, 81% foram artigos publicados em periódicos científicos, 13% dissertações de mestrado, 5% teses de doutorado e 1% livros. Sendo 48% dos estudos focados em tubarões, 40% em raias e 12% sobre elasmobrânquios em geral. Em relação aos estudos com raias, 74% foram referentes a espécies de habitat marinho e 26% de espécies de água doce (FIGURA 2).

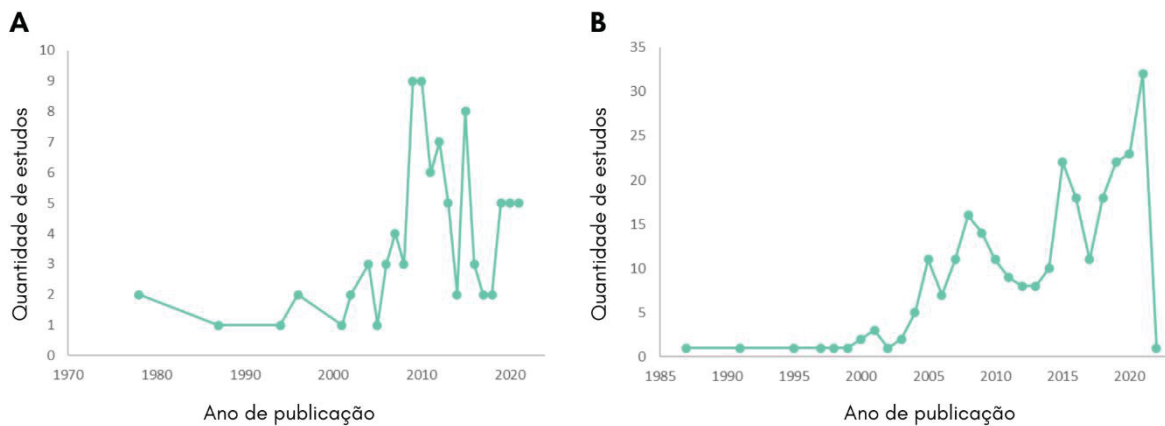
FIGURA 2 – (A) TIPOS DE ESTUDOS LEVANTADOS E FREQUÊNCIA DO GRUPO ALVO DOS ESTUDOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1965 A 2022 (B) PORCENTAGEM DE ESTUDOS COM RAIAS DE HABITAT MARINHO E DE ÁGUA DOCE NO BRASIL NO PERÍODO DE 1965 A 2022.



FONTE: A autora (2022).

Em relação aos estudos com raias, foi possível perceber um aumento de interesse a partir dos anos 2000 tanto para espécies de água doce quanto para espécies marinhas (FIGURA 3).

FIGURA 3 – **A.** EVOLUÇÃO TEMPORAL NA QUANTIDADE DE ESTUDOS ENVOLVENDO RAIAS DE ÁGUA DOCE NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022. **B.** EVOLUÇÃO TEMPORAL NA QUANTIDADE DE ESTUDOS ENVOLVENDO RAIAS DE ÁGUA SALGADA NA COSTA BRASILEIRA ENTRE 1965 E 2022.

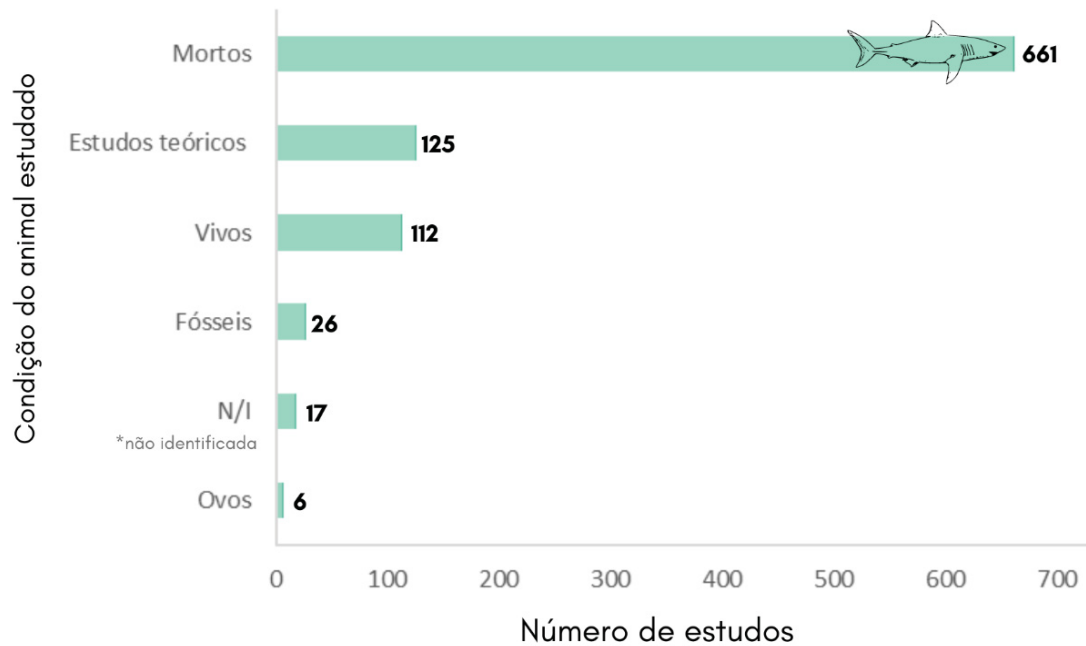


FONTE: A autora (2022).

A maioria dos estudos (n=661; 70%) teve como objeto de pesquisa animais mortos provenientes da pesca ou de coleções científicas, chegando a ser cinco vezes mais representativo do que pesquisas com animais vivos (n=112; 12%). Foram

encontrados também pesquisas de cunho teórico (n=125; 13%), com fósseis (n=26; 3%) e com ovos de elasmobrânquios (n=6; 1%). Em apenas 2% (n=17) dos estudos não foi possível identificar a condição do animal estudado (FIGURA 4).

FIGURA 4 – CONDIÇÃO DOS ELASMOBRÂNQUIOS ESTUDADOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1965 A 2022.

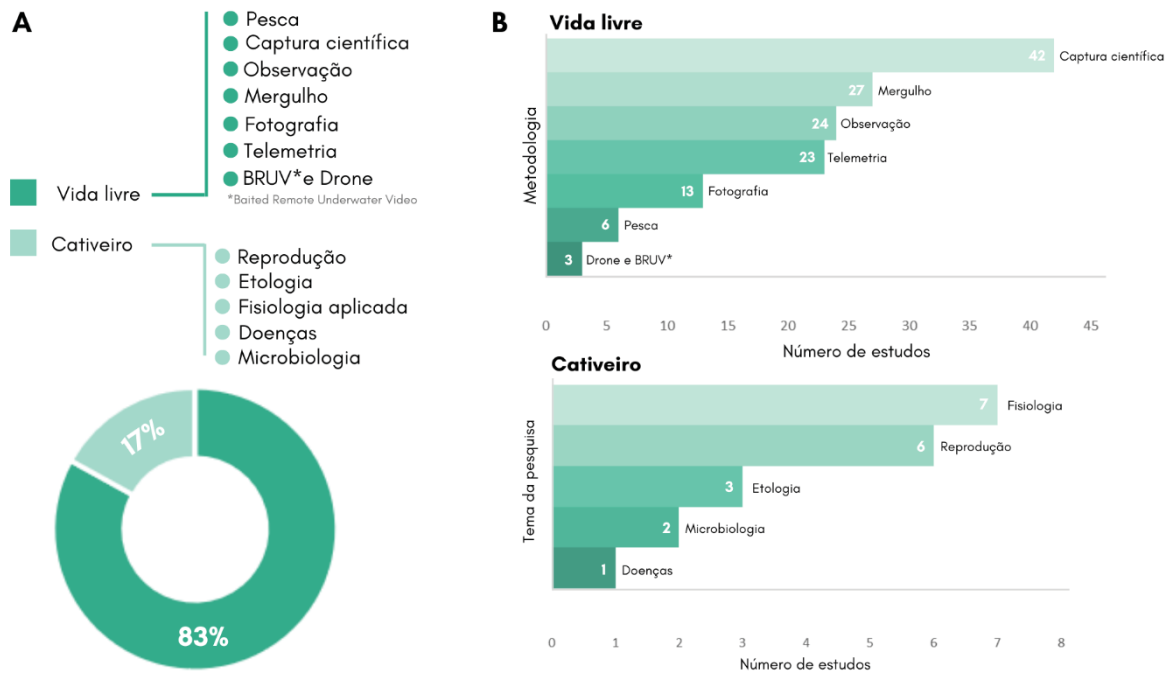


\*Condição “não identificada” representa os estudos nos quais não foi possível identificar se os animais estavam vivos ou mortos na pesquisa desenvolvida.

FONTE: A autora (2022).

Dentre os estudos com animais vivos, 83% (n=93) representam animais de vida livre e 17% (n=19) animais cativos, sendo as metodologias e temas indicados na FIGURA 5. É importante ressaltar que um mesmo estudo pode ter utilizado mais de uma metodologia de forma que a soma das metodologias ultrapassa o total do número de estudos.

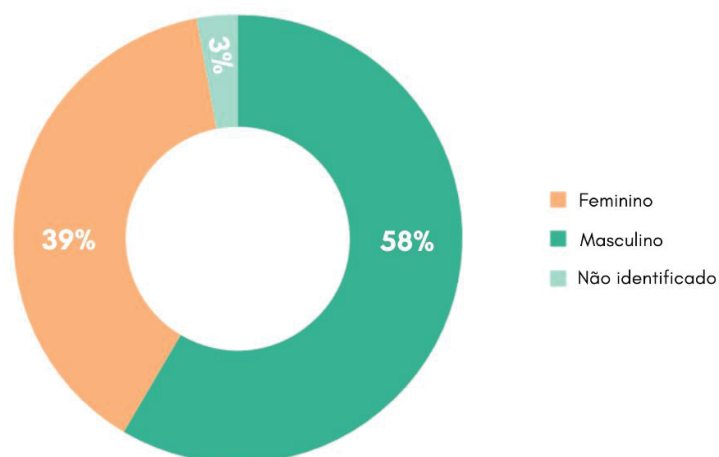
FIGURA 5 – **A.** PORCENTAGEM DE ESTUDOS DESENVOLVIDOS COM ANIMAIS DE VIDA LIVRE E DE CATIVEIRO NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022. **B.** MÉTODOS DE ESTUDOS APLICADOS AS PESQUISAS DE VIDA LIVRE E EM CATIVEIRO NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022. \* BRUV = BAITED REMOTE UNDERWATER VIDEO.



FONTE: A autora (2022).

Em relação ao gênero do primeiro autor, houve 58% de artigos com autoria do gênero masculino (n= 529), 39% do gênero feminino (n=349) e os 3% (n=27) restantes, correspondem a estudos nos quais não foi possível identificar o gênero do primeiro autor (FIGURA 6).

FIGURA 6 – FREQUÊNCIA DE GÊNERO DO PRIMEIRO AUTOR DOS ESTUDOS LEVANTADOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1965 A 2022.



FONTE: A autora (2022).

A maioria dos primeiros autores dos estudos levantados estavam vinculadas a instituições de origem brasileira no momento da publicação (n = 876; 95,7%) (FIGURA 7), no entanto, alguns estavam vinculados a instituições internacionais, sendo elas estabelecidas nos seguintes países: Estados Unidos, Canadá, Portugal, Austrália, Alemanha, França, México, Panamá e Reino Unido (QUADRO 6).

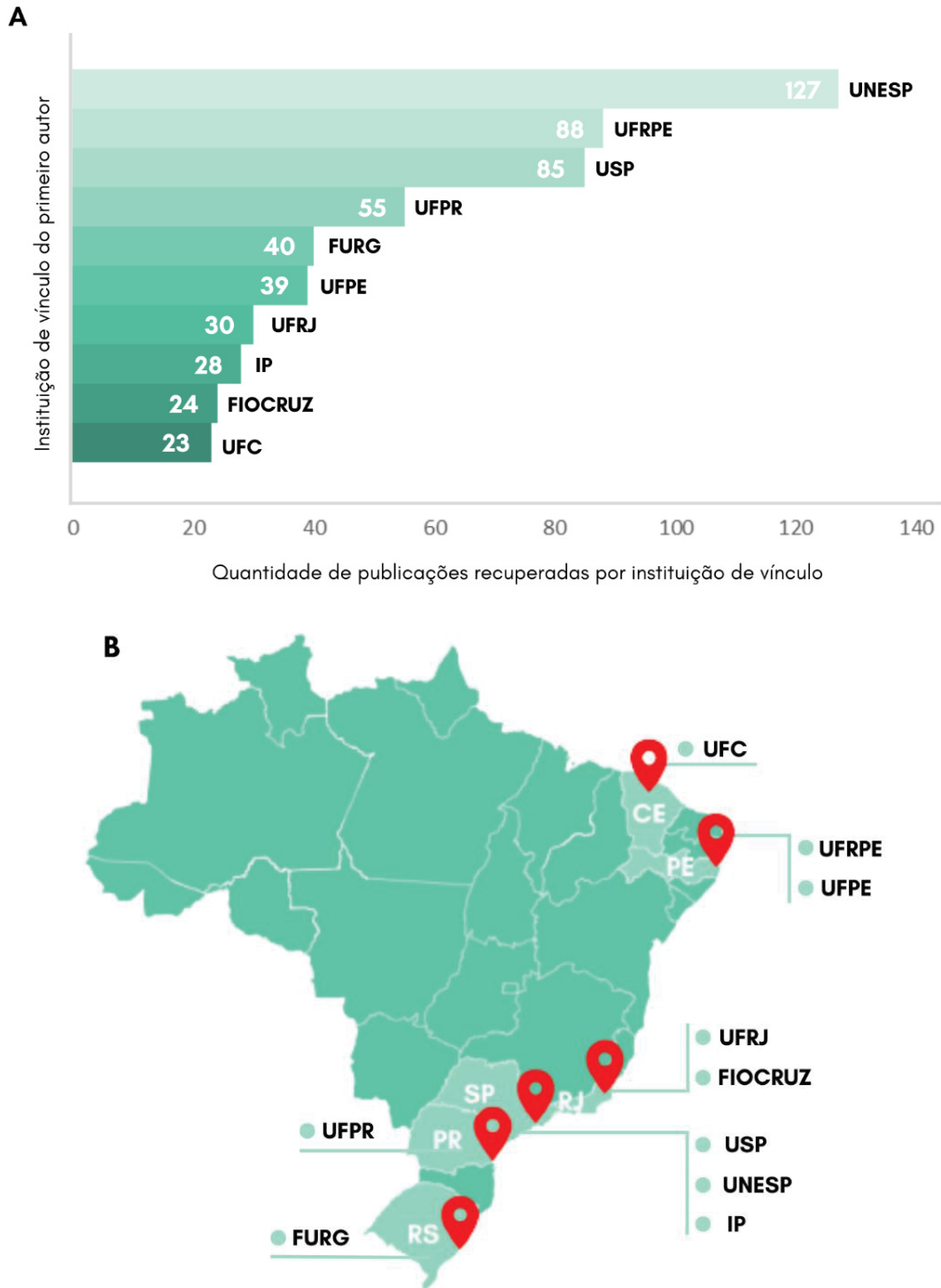
QUADRO 6 – VINCULAÇÕES INTERNACIONAIS DE PRIMEIROS AUTORES ENCONTRADOS NOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022, NÚMERO DE ESTUDOS POR VINCULAÇÃO E SEUS RESPECTIVOS PAÍSES.

País	Vinculação
Estados Unidos	University of Florida (n=18) Florida International University (n=2) College of William & Mary (n=1) Duke University (n=1) Oregon State University (n=1) San Diego State University (n=1) University of Hawai' (n=1) University of Rhode Island (n=1) University of South Florida (n=1)
Canadá	Mount Allison University (n=1) University of Toronto (n=1) University of Toronto Scarborough (n=1)
Portugal	University of Algarve (n=2) Universidade de Lisboa (n=1)
Austrália	James Cook University (n=1)
Alemanha	Leibniz Center for Tropical Marine Ecology (n=1)
França	Institut de Recherche pour le Développement (n=1)
México	Universidad Nacional Autónoma de México (n=1)
Panamá	Universidad de Panamá (n=1)
Reino Unido	Natural History Museum of London (n=1)

FONTE: A autora (2022).

No total foram encontrados 129 endereços diferentes como residência profissional de primeiros autores, dos quais 20 (16%) não são brasileiros. Os 10 mais representativos foram apresentados abaixo (FIGURA 7).

FIGURA 7 – EM **A**, PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES DE VÍNCULO PARA PRIMEIROS AUTORES DOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022, E EM **B**, SEUS RESPECTIVOS ESTADOS POLÍTICOS DO BRASIL.



Legenda: Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto de Pesca (IP), Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Universidade Federal do Ceará (UFC).

FONTE: A autora (2022).

Em relação aos autores colaboradores dos estudos levantados, 15% estavam vinculados a instituições internacionais (n=163; QUADRO 7) e o restante (n=946; 85%) a alguma instituição de origem brasileira no momento da publicação (FIGURA 8).

QUADRO 7 – VINCULAÇÕES INTERNACIONAIS DE AUTORES COLABORADORES ENCONTRADOS NOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022, NÚMERO DE ESTUDOS POR VINCULAÇÃO E SEUS RESPECTIVOS PAÍSES.

<b>País</b>	<b>Vinculações</b>
África do Sul	South African Institute for Aquatic Biodiversity (n=1)
Alemanha	Jacobs University Bremen (n=1) Leibniz Center for Tropical Marine Ecology (n=1)
Argentina	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (n=2) Museo de La Plata (n=1)
Austrália	James Cook University (n=6) Australian Institute of Marine Science (n=4) Macquarie University (n=4) Charles Darwin University (n=2) Curtin University (n=1) Johns Hopkins University (n=1) NSW Department of Primary Industries (n=1) University of Queensland (n=1) University of Tasmania (n=1) University of Western Australia (n=1) University of Wollongong (n=1)
Brunei	University of Brunei Darussalam (n=1)
China	Hong Kong Branch of Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (n=1)
Canadá	University of Windsor (n=4) Dalhousie University (n=2) McMaster University (n=1) University of British Columbia (n=1)
Colômbia	Fundación Colombiana para la Investigación y Conservación de Tiburones y Rayas (n=1) Universidad de Los Andes (n=1)
Dinamarca	Technical University of Denmark (n=1)
Espanha	Instituto Español de Oceanografía (n=1) International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (n=1)

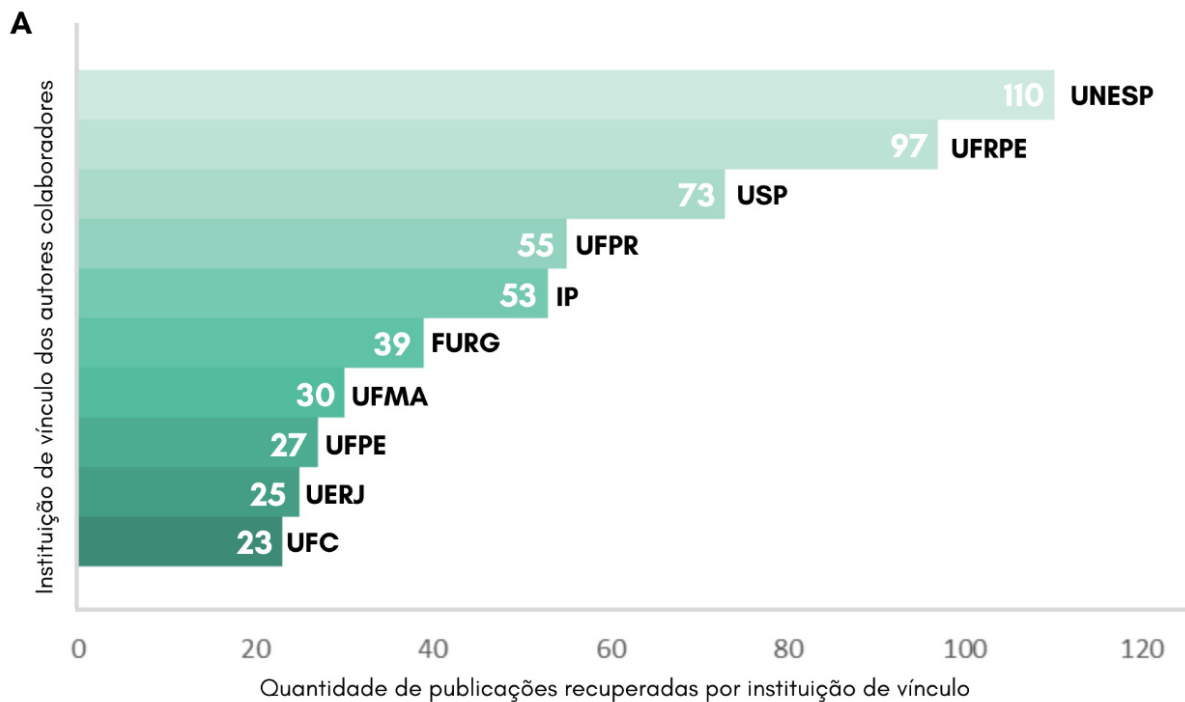


País	Vinculações
	Universitat de València (n=1)
Estados Unidos	University of Florida (n=24) University of Miami (n=6) Florida International University (n=4) Nova Southeastern University (n=4) University of Rhode Island (n=4) University of San Diego (n=4) American Museum of Natural History (n=2) Florida Museum of Natural History (n=2) Duke University (n=1) Guy Harvey Research Institute and Oceanographic Center (n=1) Pritzker Laboratory for Molecular Systematics and Evolution (n=1) Shark Research and Conservation Program (n=1) Stanford University (n=1) Stony Brook University (n=1) Texas A & M University (n=1) University of California (n=1) University of Manchester (n=1) University of Puerto Rico (n=1) University of Texas (n=1) Valencia College (n=1)
França	Université Montpellier II (n=4) Centre de Recherche Halieutique Méditerranéenne et Tropicale (CRH) (n=2) Association Réunionnaise de Développement de l'Aquaculture (ARDA) (n=1)
Israel	University of Haifa (n=1)
Itália	University of Florence (n=1)
Japão	Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University (n=1) Tokyo University of Fisheries (n=1)
México	Océanos Vivientes (n=1) Universidad Nacional Autónoma de México (n=1)
Noruega	University of Oslo (n=1)
Nova Zelândia	University of Canterbury (n=1)
Portugal	Universidade do Algarve (n=16) Universidade do Porto (n=4) Universidade dos Açores (n=4) Polytechnic Institute of Leiria (n=1)

País	Vinculações
Reino Unido	Natural History Museum London (n=2) Lancaster Environment Centre (n=1) The Manta Trust (n=1) University of Exeter (n=1)
Sri Lanka	Blue Resources (n=1)
Suécia	Linnaeus University (n=1) Stockholm University (n=1)
Suíça	Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (n=1) Universite de Lausanne (n=1) University of Zurich (n=1)
Venezuela	Universidad de Oriente (n=1)

Fonte: A autora (2022).

FIGURA 8 – EM **A**, PRINCIPAIS INSTITUIÇÕES DE VÍNCULO PARA AUTORES COLABORADORES DOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022; E EM **B**, SEUS RESPECTIVOS ESTADOS POLÍTICOS DO BRASIL.



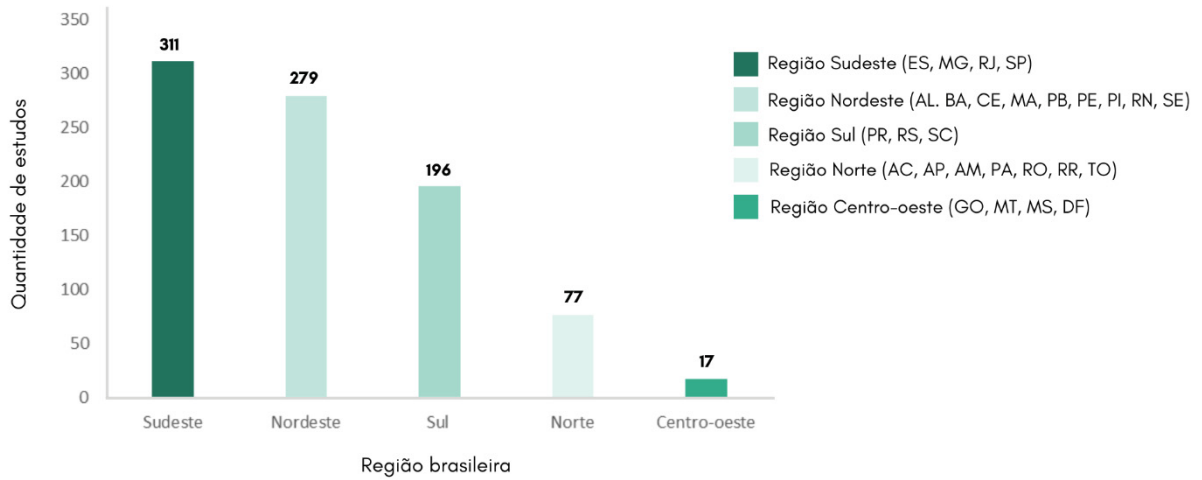


Legenda: Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Instituto de Pesca (IP), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), Universidade Federal do Ceará (UFC).

FONTE: A autora (2022).

Dos 27 estados brasileiros, 24 estiveram envolvidos na pesquisa de elasmobrânquios no país (FIGURA 9), particularmente os estados de São Paulo (n=229), Pernambuco (n=102), Santa Catarina (n=78) e Paraná (n=72), que apresentaram os maiores números de estudos levantados. É importante ressaltar que nem todos os estudos especificaram o estado de estudo ou de coleta dos animais e por isso, a soma das regiões não representa o total de estudos levantados.

FIGURA 9 – QUANTIDADE DE ESTUDOS LEVANTADOS POR REGIÃO BRASILEIRA ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022.

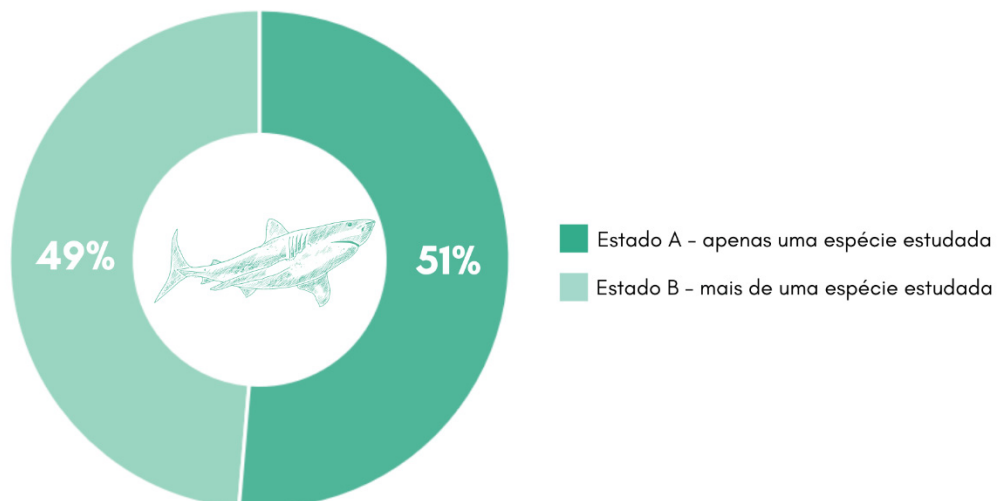


FONTE: A autora (2022).

### 3.1 ABRANGÊNCIA TAXONÔMICA, ALVO DOS ESTUDOS E ESPECIFICIDADE

Das pesquisas levantadas, 51% (n= 464) teve como foco apenas uma espécie de elasmobrânquio, ao passo que 49% (n=440) teve mais de uma espécie estudada (FIGURA 10).

FIGURA 10 – ABRANGÊNCIA TAXONÔMICA DOS ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022.

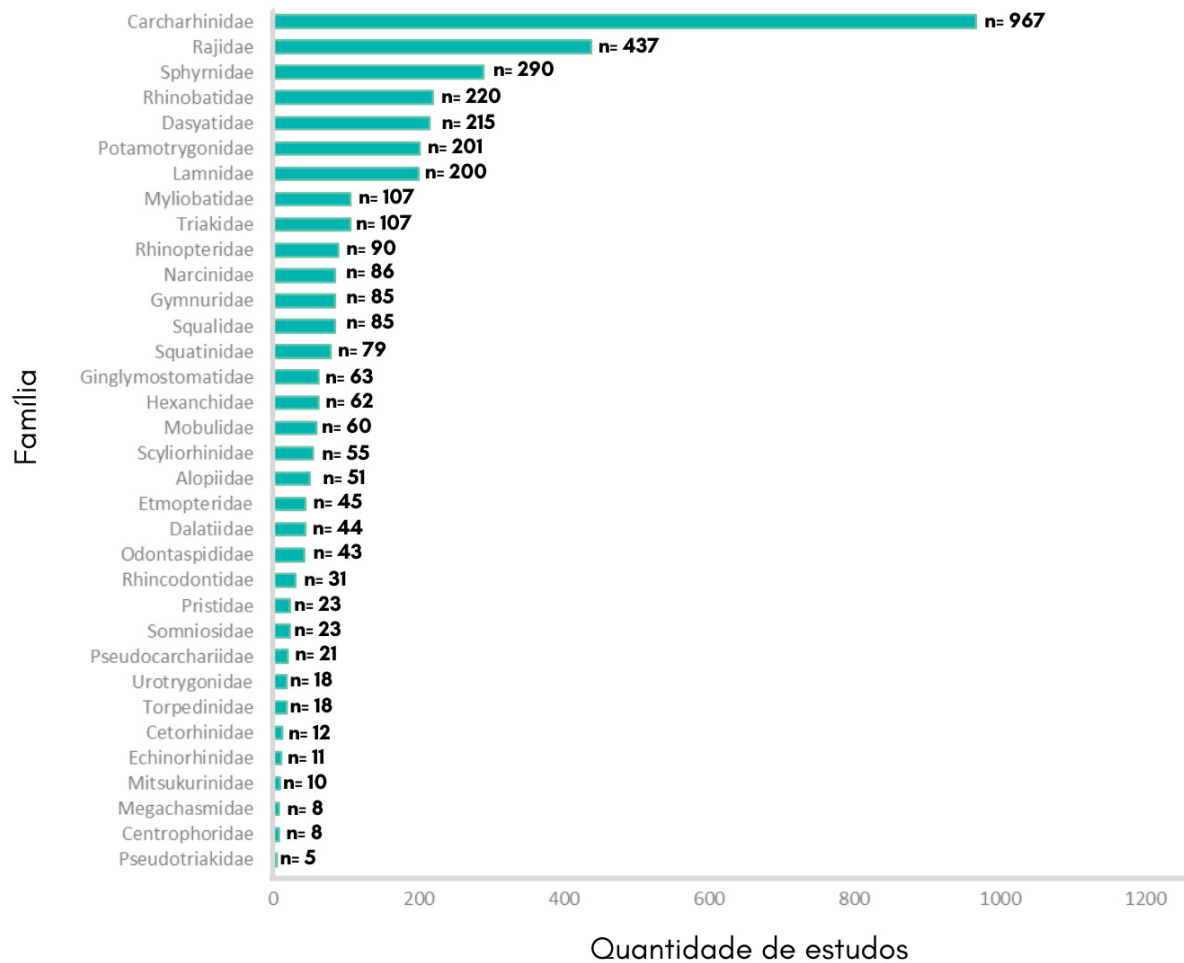


FONTE: A autora (2022).

As famílias que apareceram maior número de estudos com elasmobrânquios foram Carcharhinidae (n=967; 26%), Rajidae (n= 437; 12%), Sphyrnidae (n=290; 8%),

Rhinobatidae (n= 220; 6%), Dasyatidae (n= 215; 6%), Potamotrygonidae (n=201; 5%) e Lamnidae (n= 200; 5%) (FIGURA 11). Assim como ocorre na FIGURA 9, um estudo pode abordar mais de uma família e espécie, de forma que o somatório das frequências não é equivalente ao número de estudos levantados.

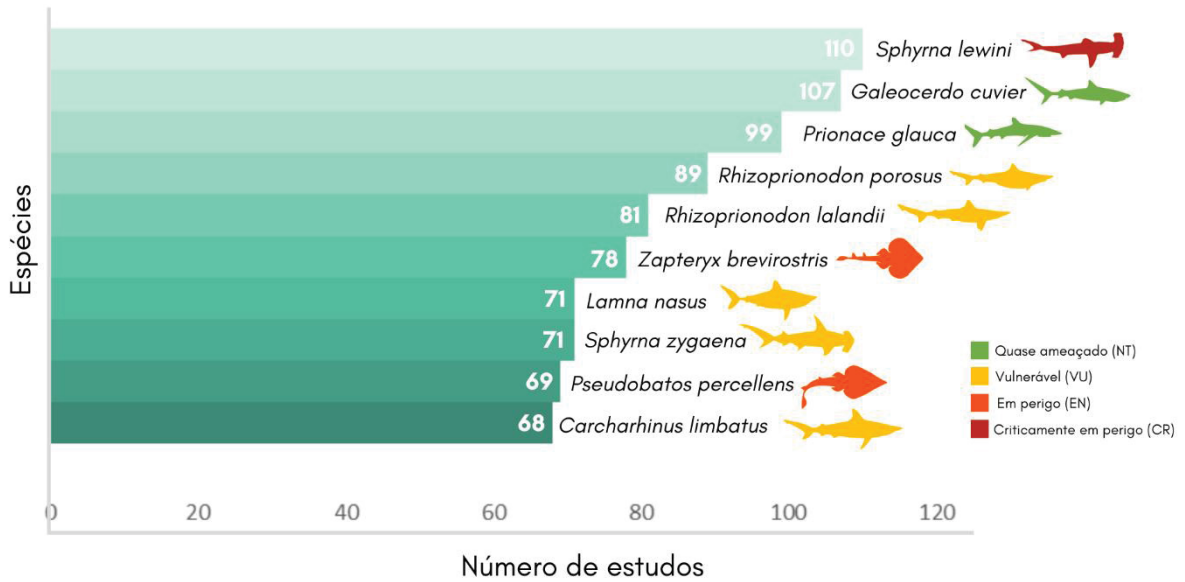
FIGURA 11 – NÚMERO DE ESTUDOS COM CADA FAMÍLIA DE ELASMOBRÂNQUIOS DESENVOLVIDOS NO BRASIL ENTRE 1965 E 2022.



FONTE: A autora (2022).

As espécies com maior riqueza de estudos foram: *Sphyrna lewini* (110 estudos), *Galeocerdo cuvier* (107 estudos), *Prionace glauca* (99 estudos), *Rhizoprionodon porosus* (89 estudos), *Rhizoprionodon lalandii* (81 estudos), *Zapteryx brevirostris* (78 estudos), *Lamna nasus* (71 estudos), *Sphyrna zygaena* (71 estudos), *Pseudobatos percellens* (69 estudos) e *Carcharhinus limbatus* (68 estudos) ( $X^2 = 27.498$ ; g.l. = 9;  $p = 0,0012$ ) (FIGURA 12).

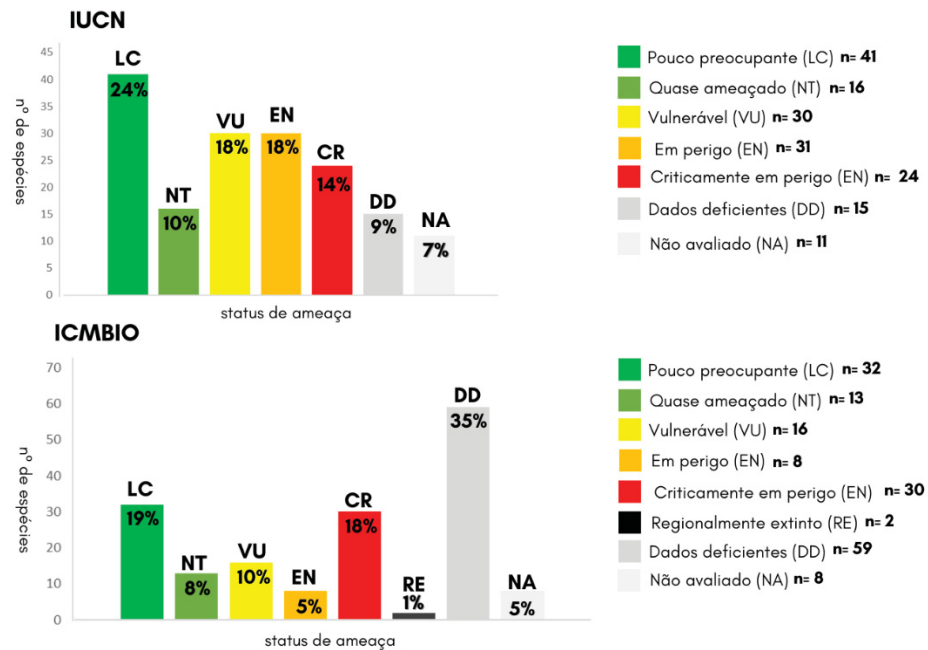
FIGURA 12 – ESPÉCIES DE ELASMOBRÂNQUIOS MAIS ESTUDADAS NA COSTA DO BRASIL ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022 E SEUS RESPECTIVOS STATUS DE CONSERVAÇÃO DE ACORDO COM A UNIÃO INTERNACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (IUCN).



FONTE: A autora (2022).

Das 169 espécies que ocorrem em águas brasileiras, metade se encontra em risco de extinção de acordo com a União Internacional para a conservação da Natureza (IUCN). Já na lista nacional de espécies publicada pelo Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), o número de espécies reconhecidas como em risco de extinção é menor (33%) (FIGURA 13).

FIGURA 13 – STATUS DE AMEAÇA DAS ESPÉCIES DE ELASMOBRÂNQUIOS NA LISTA DA UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (IUCN) E NA LISTA DO INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO).



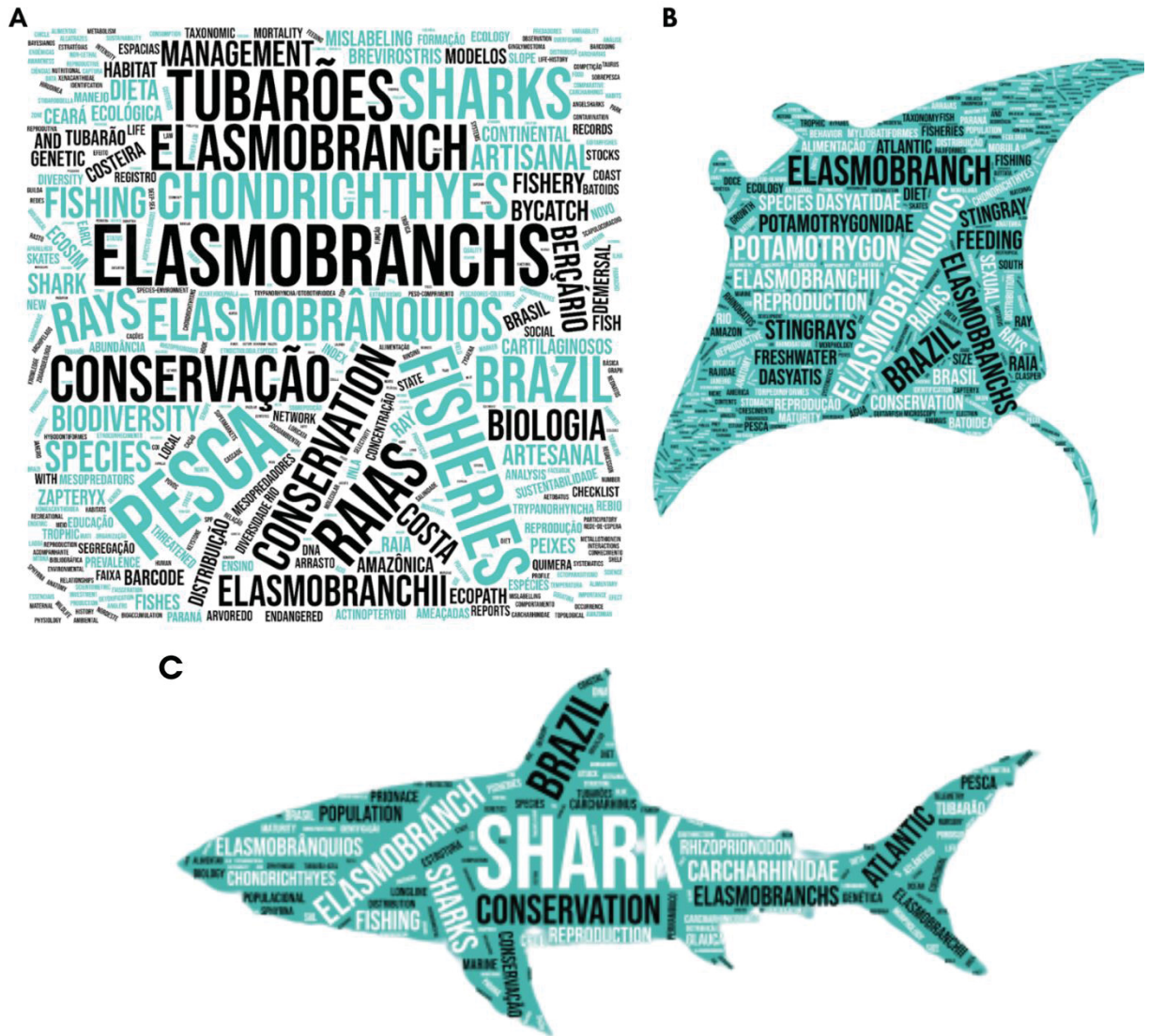
FONTE: A autora (2022).

### 3.2 ÁREAS DE CONHECIMENTO E ASSUNTOS ABORDADOS NOS ARTIGOS

A partir da coleta de palavras-chave dos estudos, foi possível identificar alguns dos táxons e tópicos abordados com maior frequência. As palavras de maior destaque foram representadas na FIGURA 14 de acordo com o grupo estudado (elasmobrânquios em geral, exclusivamente tubarões e exclusivamente raias).

FIGURA 14 – NUVEM DE PALAVRAS-CHAVE MAIS FREQUENTES NOS ESTUDOS COM, (A) ELASMOBRÂNQUIOS EM GERAL, (B) NOS ESTUDOS EXCLUSIVOS DE TUBARÕES E (C) NOS ESTUDOS EXCLUSIVOS DE RAIAS ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022.

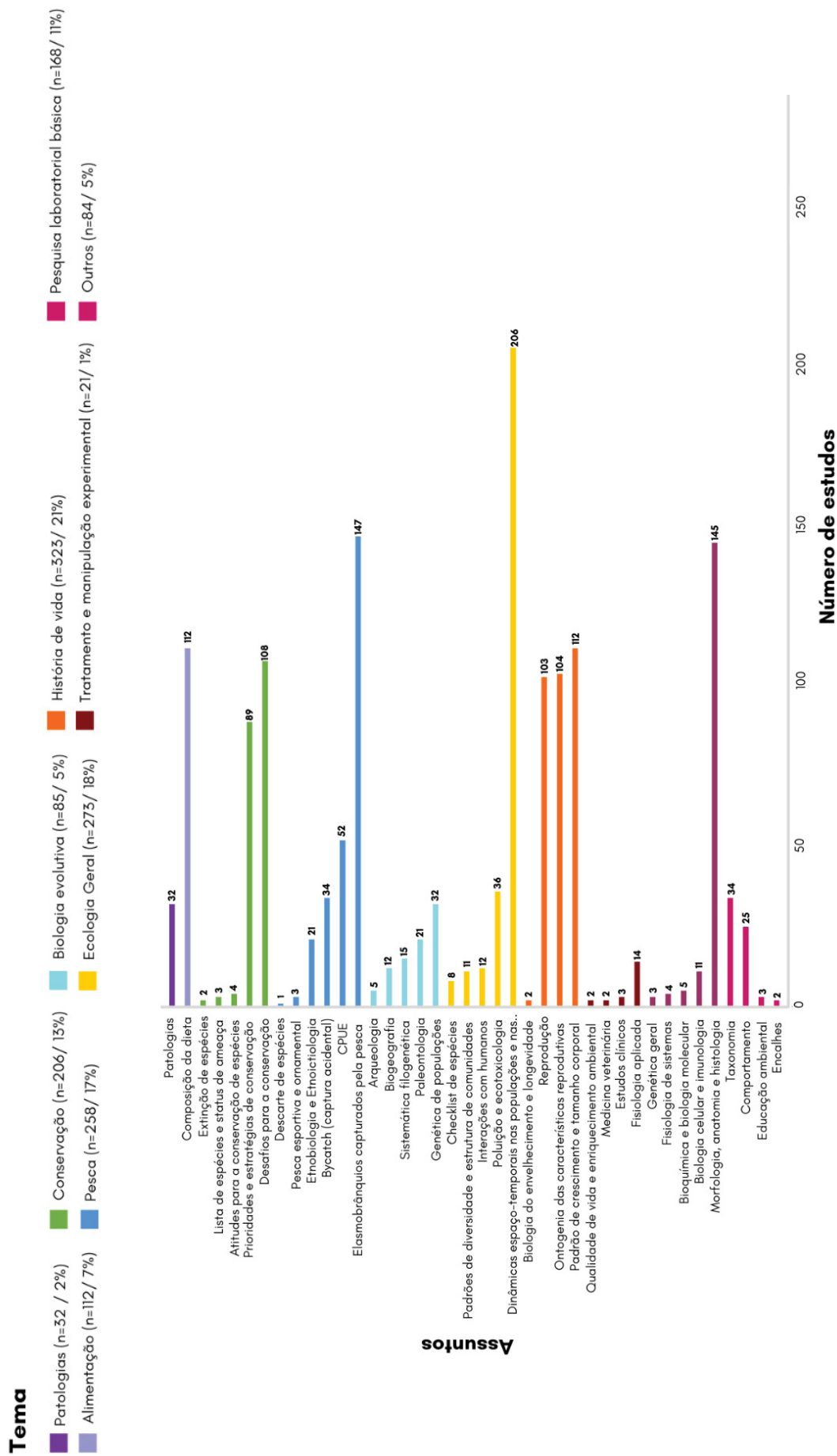




FONTE: A autora (2022).

Entre os temas mais abordados nos artigos (FIGURA 15), está “história de vida” (n=323; 21%), seguido por “ecologia geral” (n=273; 18%), pesca (n=258; 17%) conservação (n=206; 13%) e “pesquisa laboratorial básica” (n=168; 11%).

FIGURA 15 – NÚMERO DE ESTUDOS COM ELASMOBRÂNQUIOS NA COSTA BRASILEIRA PUBLICADOS ENTRE 1965 E 2022, SEPARADOS POR TEMAS E ASSUNTOS.



FONTE: A autora (2022).

Particularmente em relação ao Tema Conservação, vale pontuar que os principais desafios para a conservação de elasmobrânquios encontrados nos estudos levantados foram a falta de dados básicos, sobrepesca, falta de fiscalização e de políticas públicas voltadas à proteção do grupo, espécies que apresentam distribuição restrita, percepção negativa da sociedade quanto ao grupo, poluição e perda de habitat. Algumas prioridades e estratégias de conservação foram sugeridas para o grupo, como por exemplo: utilização de métodos propostos pela genética da conservação para identificação de espécies pescadas e monitoramento de variabilidade genética de populações, educação ambiental, políticas públicas e fiscalização da pesca e comércio de elasmobrânquios, elaboração de áreas e/ou períodos livres de pesca, incentivo a ciência cidadã, inclusão da comunidade pesqueira na pesquisa e tomada de decisão, coleta de dados de biologia básica, soltura compensatória de elasmobrânquios, monitoramento de populações, estudos de fisiologia e ecoturismo. No entanto, apesar de existirem diversos estudos pontuando os desafios para a conservação do grupo e sugerindo prioridades e estratégias, apenas alguns estudos apresentaram de fato a descrição de atitudes tomadas para a conservação, sendo elas: modificações no aparelho de pesca para reduzir a captura acidental, soltura compensatória, inclusão de pescadores na pesquisa, criação de áreas protegidas e atividades de educação ambiental.

## 4 DISCUSSÃO

A primeira pesquisa com elasmobrânquios no Brasil encontrada no presente levantamento data do ano de 1965 (SADOWSKY, 1965). No entanto, o interesse no grupo passou a ser ampliado a partir de 1980, com a criação da Sociedade Brasileira de Ictiologia e do Grupo de Trabalho sobre Pesca e Pesquisa de Tubarões e Raias no Brasil, os quais passaram a dedicar-se de forma mais exclusiva ao estudo desses animais (ROSA, 2009), o que possivelmente explica o aumento da produção científica a partir de 1995. No entanto, foi possível perceber que a produção a respeito do grupo passou a crescer de forma expressiva após os anos 2000, principalmente devido à criação da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios (SBEEL) na década de 1990 e do aumento crescente de grupos focados no estudo de tubarões e raias a partir desse período (ROSA, 2009). Soma-se a isso, o aumento no quadro de pesquisadores especializados em nível de pós-graduação e a incorporação destes à instituições de pesquisa, de forma a estimular o interesse acadêmico e as publicações científicas acerca do grupo (ROSA, 2009). É possível também que a popularização da internet no Brasil na década de 1990 tenha facilitado o acesso a diferentes referências bem como o desenvolvimento de novas pesquisas impulsionando ainda mais a produção científica no país (DROESCHER & SILVA, 2014).

O pico da produção científica sobre elasmobrânquios no Brasil foi atingido entre os anos de 2011 e 2022, período responsável por 61% dos estudos encontrados (ver FIGURA 1), seguindo uma tendência de crescimento mundial nos estudos com o grupo, a qual já havia sido documentada por Aguiar & Valentim (2010). Isso também pode ser explicado, em parte, devido a continuação e consolidação dos grupos de estudos de elasmobrânquios no país e o crescimento da participação de diferentes instituições e pesquisadores nacionais e internacionais envolvidas com a pesquisa do grupo, pontos esses que já haviam sido discutidos por Rosa (2009) há três décadas.

Em relação a divisão dos estudos entre tubarões e raias, não houve uma disparidade expressiva. No entanto, no que diz respeito à pesquisa exclusivamente de raias, a maior parte dos estudos foram dedicados a espécies de habitat marinho (74%) se comparadas com espécies de água doce (26%). Apesar dessa diferença no número de estudos entre as raias, foi possível perceber um aumento na pesquisa com raias tanto de ambiente marinho quanto de ambiente dulcícola a partir dos anos 2000, refletindo a tendência encontrada no presente estudo também para elasmobrânquios

no geral. O número reduzido de estudos voltados exclusivamente às espécies de água doce pode ser resultado da dificuldade em capturar os indivíduos, da dificuldade de acessar as regiões de ocorrência dos animais devido à grande extensão do sistema fluvial amazônico e também a problemas relacionados a manutenção e tombamento de exemplares em coleções científicas (ALMEIDA *et al.*, 2008). (DA SILVA & LOBODA 2019).

Foi possível perceber também que apesar de 33% das espécies de elasmobrânquios que ocorrem no Brasil estarem em risco de extinção de acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e de o país possuir uma legislação vigente que proíbe a pesca de espécies ameaçadas, o aproveitamento de elasmobrânquios capturados pelas atividades pesqueiras para fins científicos é uma realidade no Brasil e no mundo (GIARETA *et al.*, 2021; AWRUCH *et al.*, 2018). De fato, os resultados do presente levantamento mostraram que dos 904 estudos recuperados, 70% utilizaram como objeto de pesquisa animais mortos provenientes da pesca e/ou de coleções científicas, número esse que é cinco vezes maior do que os estudos feitos com espécimes vivos. Essa disparidade pode se explicar pelo fato de que a acessibilidade a dados diretos de animais marinhos em habitat natural é limitada e, que especialmente em elasmobrânquios, a baixa densidade populacional e alta mobilidade dos organismos torna os estudos com animais de vida livre de difícil acesso (SANDOVAL-CASTILLO, 2019). Soma-se a isso o fato de que o acesso a financiamento adequado à pesquisa é limitado em países subdesenvolvidos principalmente devido a flutuações na situação econômica e no pouco investimento em pesquisa científica por parte dos governos e agências de fomento, de forma afetar significativamente a capacidade e os recursos disponíveis para realizar esse tipo de estudo nesses locais (AWRUCH *et al.*, 2018)

No entanto, apesar de estudos em vida livre serem em geral mais demorados e necessitarem de maiores recursos para sua execução, o uso de métodos não invasivos para monitorar a biodiversidade e abundância de elasmobrânquios vem ganhando espaço ao longo do tempo ao redor do globo (AWRUCH *et al.*, 2018), tendência que também foi percebida na pesquisa nacional, que já conta com estudos desenvolvidos com métodos como vídeo subaquático remoto com isca (e.g.: PIMENTEL *et al.*, 2020; QUEIROZ *et al.*, 2021), drones (e.g.: NASCIMENTO *et al.*, 2021) e telemetria (e.g.: BEZERRA *et al.*, 2019; AFONSO *et al.*, 2017; NIELLA *et al.*,

2017) mesmo que em quantidades menos expressivas se comparado a países mais desenvolvidos.

Os zoológicos e aquários tornaram-se também grandes aliados na conservação de espécies ameaçadas, tanto diretamente por meio de programas de reprodução em cativeiro, quanto indiretamente, auxiliando na compreensão da biologia, comportamento e reprodução de espécies, o que pode refletir no melhoramento de eventuais propostas de manejo voltadas à conservação dessas espécies *in-situ* (BARONGI *et al.* 2015). Estima-se que mais de 210 espécies de elasmobrânquios sejam mantidas em cativeiro ao redor do mundo, para fins de exibição, conservação e educação (DALY & JONES, 2017). De acordo com o censo sul-americano de elasmobrânquios em cativeiro, publicado por Gonzalez (2006) existiam cerca de oito instituições que possuíam elasmobrânquios cativos na América do Sul totalizando até o momento da publicação, que foi a mais recente encontrada a respeito do assunto, 137 espécies cativas. Apesar da manutenção dessas espécies em cativeiro ser considerada uma grande aliada na prevenção da extinção de espécies ameaçadas (CONWAY 2011; IUCN/SSC 2014) a existência desses animais em cativeiro ainda é uma ciência em desenvolvimento no Brasil. A maioria dos elasmobrânquios nessas condições ainda são utilizados com fins exclusivos de exposição ao público (GONZALEZ, 2006) o que pode ter refletido no baixo número de estudos com elasmobrânquios cativos no país (n=18; TABELA 1).



TABELA 1 – ESTUDOS REALIZADOS COM ELASMOBRÂNQUIOS EM CATIVEIRO NO BRASIL, ENTRE OS ANOS DE 1965 E 2022.

<b>Autor (es)</b>	<b>Ano</b>	<b>Espécie</b>	<b>Tipo de cativeiro</b>	<b>Tema</b>
dos Santos-Ribeiro, & de Amorim	2021	<i>Narcine brasiliensis</i>	Aquário	Reprodução
Paiva et al.	2020	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Aquário	Reprodução
de Andrade Zanoni & Santos	2014	<i>Dasyatis americana</i>	Aquário	Reprodução
Baldassin et al.	2008	<i>Rhinoptera bonasus</i>	Aquário	Reprodução
Gonzalez	2004	<i>Zapteryx brevirostris</i>	Aquário	Reprodução
Oddone & Vooren	2002	<i>Sympterygia acuta</i>	Laboratório	Reprodução
Prado et al.	2022	<i>Zapteryx brevirostris</i>	Laboratório	Fisiologia
de Sousa Lima et al.	2021	<i>Zapteryx brevirostris</i>	Laboratório	Fisiologia
	2020	<i>Potamotrygon falkneri</i>	Aquário	Fisiologia
Wosnick et al.	2018	<i>Zapteryx brevirostris</i>	Laboratório	Fisiologia
Wosnick & Freire	2013	<i>Zapteryx brevirostris</i>	Laboratório	Fisiologia
Barreto et al.	2016	<i>Zapteryx brevirostris</i>	Aquário	Fisiologia
Wood et al.	2002	<i>Potamotrygon sp.</i>	Laboratório	Fisiologia
Silva et al.	2020	<i>Gymnura altavela e Dasyatis hipostigma</i>	Aquário	Microbiologia
Silva	2018	<i>Gymnura altavela e Dasyatis hipostigma</i>	Aquário	Microbiologia
Colbachini et al.	2020	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Aquário	Comportamento
Wosnick et al.	2018	<i>Narcine brasiliensis</i>	Aquário	Comportamento
Shibuya et al.	2012	<i>Potamotrygon motoro</i>	Laboratório	Comportamento
Gonzalez	1999	<i>Mustelus schmitti</i>	Laboratório	Doenças

FONTE: FONTE: A autora (2022).

Em relação aos artigos recuperados, dos seis estudos que relataram casos de sucesso reprodutivo e nascimento de filhotes em cativeiro (DOS SANTOS-RIBEIRO & DE AMORIM, 2021; PAIVA *et al.*, 2020; DE ANDRADE ZANONI & SANTOS, 2014; BALDASSIN *et al.*, 2008; GONZALEZ, 2004; ODDONE & VOOREN, 2002), quatro foram de espécies que se encontram em categorias de ameaça de extinção (*Ginglymostoma cirratum*, *Rhinoptera bonasus*, *Sympterygia acuta*, *Zapteryx brevirostris*). Apesar desses relatos, não há no Brasil até o presente momento nenhum programa voltado exclusivamente a reprodução e/ou reintrodução de elasmobrânquios ameaçados de extinção ou até mesmo iniciativas que tenham como objetivo uma reserva genética ex-situ desses animais assim como ocorre para algumas espécies em cativeiros de países da América do Norte, Europa, África e Oceania por exemplo (SMITH *et al.*, 2017).

Em relação à fisiologia de elasmobrânquios em cativeiro, foram encontrados sete estudos dos quais cinco tiveram como espécie foco a Raia-viola-do-focinho-curto,

*Zapteryx brevirostris*. O estudo mais recente encontrado teve como objetivo estudar a vulnerabilidade induzida por captura em indivíduos machos de *Z. brevirostris* durante o período reprodutivo (PRADO *et al.*, 2022). Foram encontrados também outros estudos que avaliaram: taxas de aborto e mortalidade materna após estresse de captura na mesma espécie (WOSNICK *et al.*, 2018), tolerância da espécie a ambientes de água doce simulados em laboratório (WOSNICK & FREIRE, 2013) e parâmetros hematológicos e a performance do animal em ambiente cativo (DE SOUSA LIMA *et al.*, 2021; BARRETO *et al.*, 2016). Por fim, foram encontrados mais dois estudos de fisiologia de elasmobrânquios em cativeiro, sendo um deles sobre métodos de colheita e avaliação espermática em espécimes de *Potamotrygon folkneri* (PADILHA, 2020) e o outro sobre os mecanismos de transporte de íons em *Potamotrygon* sp. (WOOD *et al.*, 2002).

Foi encontrado também no período considerado no levantamento dois estudos de microbiologia voltados ao conhecimento da composição do bacterioma da pele e do ferrão das raias *Gymnura altavela* e *Dasyatis hypostigma* em cativeiro (SILVA, 2018 e SILVA *et al.*, 2020).

Apesar de cativeiros oferecerem oportunidades de observar o comportamento de elasmobrânquios, apenas três estudos tiveram como foco o comportamento desses animais. Um dos estudos descreveu um novo comportamento em fêmeas de tubarões-lixia (*Ginglymostoma cirratum*) referente a movimentos corporais indicativos à receptividade quanto à reprodução (COLBACHINI *et al.*, 2020), outro teve como objetivo estudar as consequências de ferimentos causadas pela pesca sobre o comportamento sensorial de uma raia treme-treme (*Narcine brasiliensis*) (WOSNICK *et al.*, 2018) e por fim um estudo que buscou registrar o comportamento alimentar da raia *Potamotrygon motoro* (SHIBUYA *et al.*, 2012).

Apenas uma doença que acomete elasmobrânquios foi estudada em cativeiro no Brasil, sendo essa uma infecção fúngica denominada hifalomicose que foi registrada em indivíduos da espécie *Mustelus schmitti* tanto em cativeiro quanto em vida livre (GONZALEZ, 1999).

É importante ressaltar que em alguns dos estudos acima apresentados, os animais coletados ficaram cativos por um curto período visando apenas à realização das pesquisas laboratoriais, sendo sacrificados ou soltos após o estudo.

Em relação ao gênero dos primeiros autores, os resultados demonstram que a maior parte dos estudos com elasmobrânquios feitos no Brasil tem homens como



primeiros autores (58%). Apesar da crescente participação de mulheres na ciência no país, historicamente elas tiveram seu acesso restrito ao mundo acadêmico devido a barreiras como normas socioculturais que definem os papéis sociais e dificultam a inovação organizacional e a diversidade de liderança, uma estrutura e cultura acadêmica que tem sido difícil de mudar e um sistema de valores do corpo docente profundamente arraigado (LETA, 2003; PASSOS, 2012; CARR *et al.*, 2018). Isso pode estar relacionado ao fato de que a educação da mulher foi por muitas décadas voltada principalmente a áreas relacionadas a saúde, educação e bem-estar de forma a direcionar seus interesses futuros, refletindo no número de mulheres que participam ativamente de outras áreas consideradas culturalmente de “domínio masculino” (CUNHA *et al.*, 2014). Ainda, quanto mais se avança na carreira científica, menor é a representatividade feminina de forma que apenas 23% das mulheres estão presentes no mais alto grau da carreira científica no Brasil considerando todas as áreas do conhecimento (CUNHA *et al.*, 2014). O menor número de autoras mulheres na pesquisa de elasmobrânquios e aos relativamente poucos nomes femininos ligados ao estudo desses animais no Brasil pode ter relação com o panorama anteriormente abordado, sendo reflexo do desestímulo histórico a participação feminina na produção científica no Brasil e no mundo. Essa diferença na representatividade feminina na ciência de elasmobrânquios demonstra que apesar dos recentes avanços na participação de mulheres na pesquisa, ainda há um grande caminho a ser percorrido para a igualdade de gênero na área.

Apesar da maioria dos endereços de primeiros autores serem brasileiros, a riqueza de colaborações com instituições de outros países demonstra que o estudo de elasmobrânquios tem recebido cada vez mais atenção e envolvimento internacional. Essas colaborações são de suma importância para a conservação desses animais, visto que muitas espécies passam por várias jurisdições (e.g. dois terços das espécies de tubarões se encontram em cinco ou menos países, ao passo que um terço possui um alcance que abrange as águas de 145 países) e vários produtos oriundos de elasmobrânquios são usados e comercializados tanto em escala local quanto em escala global (DULVY *et al.*, 2017). Nesse quesito, é importante pontuar que dos 25 países registrados como residência de autores no estudo, 23 se encontram em nações prioritárias para conservação de elasmobrânquios juntamente com o Brasil (e.g. África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Brunei, China, Canadá, Colômbia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, França, Israel, Itália,

Japão, México, Noruega, Nova Zelândia, Portugal, Panamá, Reino Unido, Sri Lanka, Suécia) (DULVY *et al.*, 2017).

Assim como esperado, as regiões brasileiras que se destacaram na pesquisa com elasmobrânquios foram, em ordem decrescente do número de estudos, as regiões sudeste, nordeste, sul e norte todas possuindo faixa litorânea. Levando em consideração que a maior parte dos estudos com elasmobrânquios no país tem como objeto de estudo animais mortos provenientes da pesca, a representatividade dessas regiões pode indicar também locais onde os tubarões e raias são mais capturados e/ou os dados das capturas são melhor aproveitados. De fato, para as regiões norte e nordeste, já são registrados os maiores índices de captura acidental de tubarões do país (FEITOZA *et al.* 2018) o que pode explicar a alta representatividade dessas regiões nas pesquisas feitas com elasmobrânquios devido a facilidade de acesso a esse tipo de material. Ainda, vale ressaltar que a região do litoral norte do Brasil abriga a maior floresta contínua de mangue do mundo, sendo considerada um dos *hotspots* mundiais de conservação de elasmobrânquios (DULVY *et al.*, 2014). Já em relação a região nordeste é importante ressaltar que ela é também a mais representativa do país ao que tange interações negativas entre elasmobrânquios e humanos, em especial devido a degradação ambiental causada pelo porto de Suape no estado de Pernambuco (HAZIN *et al.*, 2008) e isso tornou o estado um grande produtor de estudos acerca dessas relações. A partir da construção do complexo portuário iniciou-se uma onda de acidentes com tubarões, especialmente de tubarões-tigre (*Galeocerdo cuvier*) e tubarões-touro (*Carcharhinus leucas*) na região e esse é o principal motivo pelo qual a maior parte dos estudos com telemetria do país são feitos nesse local, visto a urgência de entender a dinâmica da movimentação desses animais no ecossistema para diminuir e mitigar a incidência de ataques na região (HAZIN *et al.*, 2012). Em relação a região sudeste e sul, já se tem registro de que essas regiões representam o maior volume de desembarque da pesca extrativa marinha do Brasil e que elasmobrânquios fazem parte das espécies alvo da pesca industrial e são capturados acidentalmente na artesanal (SBEEL, 2005). Ainda, o estado de São Paulo, um dos estados com números mais expressivos de pesquisas com elasmobrânquios é também o maior produtor de tubarões e raias da região sudeste (SBEEL, 2005) fato esse que pode ter relação com a produção científica nessa região do país. Para a região sul, os estados mais expressivos na pesquisa

com tubarões e raias foram Santa Catarina e Paraná, onde a maior parte dos estudos foram desenvolvidos em parceria com comunidades pesqueiras artesanais.

Outro ponto importante a ser considerado é que algumas das principais universidades na produção de dados científicos acerca de elasmobrânquios estão também entre as que mais produzem pesquisas no país de acordo com um ranking publicado pela revista *Folha* em 2019 (e.g. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade de São Paulo, Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal do Rio Grande, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal do Rio de Janeiro).

Em relação às famílias mais pesquisadas, vale ressaltar que *Carcharhinidae* é a família de tubarões mais representativa em número de espécies no Brasil (GADIG, 2001) o que pode ter influenciado no fato de que foi a família com maior número de estudos em território nacional. A família *Sphyrnidae* também foi uma das mais estudadas, um indicativo preocupante considerando que as seis espécies que ocorrem em território nacional se encontram em risco de extinção e que boa parte das pesquisas desenvolvidas no país são realizadas com animais provindos da pesca, demonstrando que apesar da legislação vigente esses animais continuam sendo capturados.

O mesmo raciocínio vale para as famílias *Dasyatidae* e *Rhinobatidae*, que se encontram também entre as mais estudadas do país e estão entre as famílias de elasmobrânquios mais ameaçadas do mundo (DULVY *et al.*, 2014) demonstrando a necessidade de maiores esforços de fiscalização da pesca e de medidas de conservação urgentes.

Das 169 espécies que ocorrem no Brasil, 85 estão ameaçadas de extinção na avaliação da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Na lista de espécies ameaçadas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o número de espécies ameaçadas de extinção cai para 55. No entanto, é importante ressaltar que a IUCN trabalha com avaliações mundiais o que pode não refletir a realidade daquelas mesmas espécies em escala regional, a qual é considerada na avaliação do ICMBio.

Em relação a avaliação do ICMBio, o que chama a atenção é que das espécies encontradas em território nacional, 59 constam na lista regional dentro da categoria de “Dados deficientes”, o que pode representar um número ainda maior de espécies

ameaçadas de extinção no país visto que ainda não tiveram dados suficientes para serem avaliadas devidamente e incluídas em outras categorias de ameaça e, portanto, continuam sem proteção legal e medidas de conservação apesar do risco. No entanto, as 55 espécies reconhecidas como ameaçadas de extinção são proibidas de captura de acordo com a legislação vigente (Portaria MMA N°148/2022) e destas, 12 estão inclusas no Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Elasmobrânquios Marinhos Ameaçados de Extinção (PAN Tubarões).

Em relação às 10 espécies que apareceram com maior frequência nos estudos, não foi possível identificar de imediato uma causalidade entre os status de conservação e a frequência com que são estudadas. No entanto, como boa parte dos estudos feitos em território nacional utilizam animais provindos da pesca, é possível que as espécies que apareceram com maior frequência nas pesquisas sejam também as mais pescadas e as que mais despertam interesse de pesquisa no país.

Também é interessante ressaltar que de 328 estudos na costa brasileira com espécies ameaçadas de extinção, apenas 16 foram feitos com animais vivos, o que demonstra que apesar da pesca desses elasmobrânquios ser proibida pela lei, essa é uma prática frequente demonstrando que a legislação vigente sem a fiscalização adequada não cumpre a função de proteger de fato as espécies ameaçadas.

O levantamento realizado no presente estudo também indicou uma tendência a concentração da maior parte dos estudos feitos com elasmobrânquios no Brasil acerca dos temas de História de vida, Ecologia, Pesca, Conservação, Pesquisa laboratorial básica e Alimentação, temas estes que se assemelham aos movimentos globais de estudos com o grupo (AWRUCH, 2018).

História de vida também foi o tema a aparecer com maior frequência nos estudos brasileiros. Os assuntos mais estudados dentro da área são relacionados a reprodução, ontogenia de características reprodutivas e padrão de crescimento e tamanho corporal, dados básicos que são fundamentais para o manejo sustentável e a conservação de qualquer espécie principalmente porque o acesso a essas informações auxilia no entendimento de sua capacidade reprodutiva e de sua possibilidade de contribuição para gerações futuras (AWRUCH *et al.*, 2018). Estudos que tiveram como foco a pesquisa laboratorial básica também foram frequentes, principalmente os voltados ao entendimento da morfologia, anatomia e histologia de elasmobrânquios. No entanto, estudos laboratoriais voltados a genética geral, fisiologia de sistemas, bioquímica e biologia molecular, biologia celular e imunologia,

ainda são pouco desenvolvidos no país representando um vasto campo a ser explorado.

Em relação ao tema ecologia, os principais assuntos estudados no Brasil foram em relação as dinâmicas espaço-temporais nas populações e nas interações ecológicas, que incluem tópicos de estudo relacionados a ecologia de paisagem, ecologia do movimento e do uso do espaço, densidade e distribuição espacial, efeitos do espaço na dinâmica de espécies e comunidades, ecologia alimentar, relações tróficas e interações intra e interespecíficas. A importância de incorporar essas informações em modelos de dinâmica populacional, vêm sendo reconhecida como aspectos multidisciplinares para programas de gestão e conservação do grupo em nível global (AWRUCH *et al.*, 2018) e as pesquisas nacionais demonstraram também acompanhar essa tendência (referências).

Ainda dentro do tema de ecologia, os assuntos relacionados à poluição e ecotoxicologia demonstram uma tendência de crescimento a partir da primeira publicação brasileira a respeito do tema encontrada neste estudo (MORALEZ-AIZPURÚA *et al.*, 1999), sendo o principal assunto o acúmulo de poluentes e metais pesados em elasmobrânquios e os possíveis efeitos dessa exposição. O aumento dos estudos nessa área provavelmente se deve à preocupação crescente em relação a poluição em ambientes marinhos e a ocorrência de compostos persistentes e deletérios em regiões costeiras, aos quais os elasmobrânquios são particularmente propensos a acumular devido a sua história de vida e posição trófica relativamente alta (MARTINS *et al.*, 2020).

Em relação ao assunto “Interações com humanos” dentro do tema ecologia, foram encontrados três tipos de interações sendo elas: acidentes com raias de água doce (família Potamotrygonidae), acidentes com tubarões e acidentes relacionados ao ecoturismo. As raias da família Potamotrygonidae são dotadas de toxinas que podem causar ferimentos em humanos e sua ocorrência em rios da América do Sul faz com que a proximidade com os seres humanos resulte frequentemente em interações negativas, causando prejuízos à saúde humana (GARRONE NETO & JUNIOR, 2010). Já os acidentes com tubarões registrados no Brasil ocorrem majoritariamente no estado de Pernambuco, na cidade de Recife onde a construção do Porto de Suape causou uma grande degradação ambiental e com ela o deslocamento de espécimes de Tubarões-touro (*Carcharhinus leucas*) de habitats estuarinos e costeiros para o para o Rio Jaboatão e a lagoa adjacente resultando em

uma maior proximidade com humanos e por consequência um aumento nas interações negativas na região (HAZIN *et al.*, 2008). Por fim, as interações com humanos devido ao ecoturismo se dão exclusivamente no Arquipélago de Fernando de Noronha, um dos principais destinos de mergulho do Atlântico Sul ocidental (PIRES *et al.*, 2016). Ainda que o mergulho com tubarões em específico não represente a principal atividade turística para o arquipélago, essa atividade rendeu valores superiores aos adquiridos por indústrias do ramo consolidadas em outros locais demonstrando um potencial de ganhos ainda maiores (PIRES *et al.*, 2016).

Sabe-se que os elasmobrânquios são capturados em quase todas as modalidades de pesca tanto artesanal quanto industrial (LESSA, 1999) e provavelmente por esse motivo a pesca também foi um tema bastante escolhido nos estudos com elasmobrânquios desenvolvidos no Brasil, em especial pesquisas descritivas quanto a espécies capturadas durante as atividades pesqueiras. Foram também encontrados estudos voltados a descrição da captura por unidade de esforço (CPUE), espécies capturadas de forma acidental (“Bycatch”) e estudos voltados a etnobiologia e etnoecologia. A pesca esportiva de elasmobrânquios demonstrou ser ainda pouco monitorada e estudada no país, de forma que apenas três estudos foram encontrados tratando desse tema. É interessante observar que a maior concentração de estudos nesses assuntos específicos anteriormente citados, pode ter relação com o fato de que, no presente levantamento, boa parte das pesquisas desenvolvidas com elasmobrânquios no país são feitas com animais mortos provindos da pesca e, portanto, o aproveitamento do pescado para a coleta de dados se torna quase ilimitado aos espécimes previamente capturados, contribui para o desenvolvimento de pesquisas nessas áreas.

Em relação a alimentação, a maioria dos estudos encontrados tiveram como objetivo principal descrever a dieta das espécies estudadas. Apesar do aumento de interesse na área com o passar do tempo, ainda são poucos os estudos dedicados exclusivamente ao comportamento e a mecânica alimentar, panorama já descrito por Aguiar & Valentin (2010). Em contrapartida, em 2010 quando os autores publicaram uma revisão do estado da arte acerca de estudos de biologia e ecologia alimentar de elasmobrânquios no Brasil, apenas 26% das espécies descritas no país tinham a dieta conhecida. Atualmente, das 169 espécies que ocorrem no Brasil, 106 tiveram a dieta descrita, representando 62% das espécies existentes demonstrando um aumento crescente neste tipo de estudo.

Pesquisas voltadas a biologia evolutiva de elasmobrânquios também têm demonstrado um aumento de interesse ao longo dos anos, sendo a primeira pesquisa publicada na área em 1997 com a maioria dos estudos sendo realizados apenas após os anos 2000. Foram considerados assuntos pertencentes a esse tema: Genética de populações, paleontologia, sistemática filogenética, biogeografia e arqueologia. Genética de populações foi o assunto mais representativo no levantamento dentro desse tema, mesmo sendo uma área ainda pouco explorada e com um número de estudos bastante reduzido. Nesse sentido, vale ressaltar que apesar do crescente interesse nessa área, muito ainda tem de ser estudado na genética de populações de elasmobrânquios no país visto que a estrutura das suas populações e sua variabilidade genética podem ser importantes para uma conservação eficaz (HAIG, 1998).

Pouco se sabe sobre ecologia de doenças que acometem tubarões e raias, sendo o parasitismo a patologia mais bem documentada para esses animais em escala global (GARNER, 2013). As pesquisas realizadas no Brasil acerca do tema seguiram a mesma tendência mundial, sendo todos os estudos levantados relacionados a descrição de parasitas encontrados em elasmobrânquios.

Apesar de existir um progresso recente na pesquisa de elasmobrânquios com grandes avanços em técnicas clínicas, nutrição, diagnóstico por imagem, reprodução em aquários, condicionamento comportamental e pesquisa de campo colaborativa em alguns locais do planeta (SMITH *et al.*, 2017), apenas 16 estudos foram encontrados em relação ao tema tratamento e manipulação experimental (e.g. fisiologia aplicada, estudos clínicos, medicina veterinária, bem estar animal e enriquecimento ambiental) demonstrando que o Brasil ainda caminha a passos lentos em relação a essa área de estudo. Esse número pouco expressivo de trabalhos realizados acerca desse tema pode estar relacionado principalmente às dificuldades de se ter acesso tanto a animais vivos em habitat natural quanto em cativeiro para pesquisa bem como o acesso restrito aos recursos necessários, problema esse bem documentado para países subdesenvolvidos e em desenvolvimento.

A falta de conhecimento taxonômico básico para alguns grupos de elasmobrânquios e a necessidade de maior esforço de pesquisa taxonômica, considerando a descrição de espécies e pesquisa genética sobre a estrutura de estoques é um problema reconhecido em nível global (CAMHI, 1998; CARRIER *et al.*, 2010) e a realidade em território nacional não é diferente. Ainda são poucos os



estudos voltados ao conhecimento da taxonomia e a resolução de problemas taxonômicos de espécies de elasmobrânquios no Brasil, sendo essa uma importante área a ser desenvolvida nos próximos anos.

É natural que o número de estudos voltados ao conhecimento do comportamento de elasmobrânquios seja menos expressivo do que outras áreas de estudo levando em consideração que é de fato mais difícil e dispendioso de recursos realizar a observação e registro do comportamento em animais aquáticos. No entanto, é possível aumentar o conhecimento acerca do comportamento desses animais se mais pesquisas forem desenvolvidas com os elasmobrânquios já presentes em cativeiro no país e se houver um maior investimento em expedições científicas que incluam atividades de mergulho para observação e/ou instalação de BRUVS em áreas estratégicas.

Além de todas as ameaças enfrentadas por elasmobrânquios já descritas no presente estudo, há ainda uma grande dificuldade para trabalhar com a conservação desses animais que é a percepção do público. Em geral, os sentimentos associados ao grupo tendem a ser os de medo e repulsa resultando em uma ausência de simpatia pelo grupo que torna ainda mais complexo o engajamento da sociedade na conservação desses animais (SZPILMAN, 2004). Nesse sentido, atividades de educação ambiental tornam-se fundamentais para sensibilizar o público quanto a importância dos tubarões e raias não só para o equilíbrio dos oceanos como para a própria sobrevivência da atividade pesqueira. No entanto, essa foi uma área de estudo ainda pouco explorada no Brasil, demonstrando a necessidade de retornar à sociedade os conhecimentos desenvolvidos no ambiente acadêmico de forma a esclarecer a atual situação dos elasmobrânquios no país para o público em geral, bem como estabelecer que papel cada cidadão tem na conservação dos tubarões e raias brasileiros e que atitudes podem ser tomadas em nível pessoal para melhorar esse panorama. Vale comentar que não podemos descartar a possibilidade de que existem diversos projetos de educação ambiental acerca do tema em andamento, mas que não se tornaram necessariamente publicações ou estudos acadêmicos, dessa forma não foram registrados e discutidos no presente levantamento.



## 4.1 CONSERVAÇÃO

A conservação de elasmobrânquios no Brasil não demonstrou ser uma preocupação para o meio científico no país até o ano de 1996, onde foi publicada a primeira relação de espécies de peixes ameaçadas do Brasil a qual incluía alguns elasmobrânquios (ROSA & MENEZES, 1996). A partir daí e do crescente número de espécies listadas como ameaçadas de extinção pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2018), o assunto passou a receber maior atenção pela comunidade científica brasileira e mundial (AWRUCH *et al.*, 2018). No entanto, a pesquisa voltada para a conservação no país ainda tem como foco identificar os principais desafios enfrentados pelo grupo e em seguida gerar prioridades e estratégias para a sua conservação. Apesar das etapas anteriormente mencionadas serem fundamentais no entendimento do panorama geral no qual os tubarões e raias estão inseridos, a situação alarmante na qual se encontram esses animais não só no Brasil, mas em todo o planeta, demanda ações efetivas para a sua conservação e poucos estudos foram voltados a implementação e descrição dessas ações.

A crescente preocupação com a situação do grupo no Brasil resultou na criação do primeiro programa oficial que teve como objetivo conservação de elasmobrânquios, com o primeiro ciclo de vigência no período de 2014 a 2019 (PAN-tubarões) o qual abarcou 12 espécies ameaçadas como foco principal. No entanto, apesar do desenvolvimento de algumas ações e do aumento do conhecimento acerca das espécies ameaçadas de tubarões e raias brasileiros, o programa não atingiu o objetivo principal que era o de mitigar os impactos sob o grupo no país (ICMBio, 2020).

Existe também, visando a conservação do grupo, uma legislação vigente atualizada neste ano que proíbe a captura de 55 espécies de elasmobrânquios ameaçadas (Portaria MMA N°148/2022). No entanto, o panorama que atestamos aqui é bem diferente visto que muitas das espécies listadas na lei são capturadas com frequência na costa brasileira. Esse panorama não é surpreendente considerando que a última estatística pesqueira oficial divulgada no país foi realizada em 2012 e a fiscalização da pesca é quase inexistente em todas as regiões, de forma que espécies que deveriam ser protegidas seguem sendo pescadas e comercializadas sem qualquer impedimento.

Aqui vale também comentar que apesar da representatividade da família Dasyatidae nas pesquisas levantadas no período considerado neste estudo, é

importante ressaltar que das 10 espécies que ocorrem em território nacional, sete ainda são insuficientemente conhecidas. Para que essas espécies possam ser avaliadas, é necessário gerar e compilar dados sobre elas e essa pode ser considerada uma das metas em relação a conservação de elasmobrânquios não só no Brasil como em todo o planeta tendo em vista seu nível de ameaça. Em relação a família Rhinobatidae, das quatro espécies que ocorrem no litoral brasileiro, três estão ameaçadas de extinção e uma delas não possui dados suficientes para ser avaliada de forma que todas as observações feitas anteriormente para a família Dasyatidae também são verdadeiras para Rhinobatidae.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente levantamento descrevemos a forma com que os estudos com elasmobrânquios vêm se desenvolvendo no Brasil ao longo dos últimos 57 anos. A partir da coleta e interpretação desses dados foi possível identificar um crescimento no interesse quanto a pesquisa do grupo, bem como um aumento no número de pesquisadores e instituições envolvidos com o estudo de tubarões e raias em território nacional e internacional. No entanto, apesar do aumento das pesquisas com o grupo representarem um bom indicativo no sentido de aumentar a coleta de dados tão necessários acerca dos tubarões e raias, a dependência da pesca para a produção científica no país é preocupante visto que muitas das espécies pescadas e estudadas são ameaçadas de extinção e protegidas por lei, de forma que a pesquisa na área deve focar na busca por mais autonomia nos próximos anos. Nossa esperança também é que haja em breve um maior investimento em pesquisas desenvolvidas com metodologias não letais em animais de vida-livre e cativos, que apesar de apresentarem um crescimento ao longo dos anos ainda são estudos pouco expressivos no Brasil.

Também o presente estudo demonstrou uma grande lacuna a ser preenchida nas áreas de ecologia de doenças, tratamento e manipulação experimental, biologia evolutiva, taxonomia, biologia evolutiva e educação ambiental.

Além disso, o presente levantamento demonstrou a importância da fiscalização das atividades pesqueiras visto que apenas a proibição de captura de espécies ameaçadas pela legislação vigente não tem se demonstrado uma estratégia eficiente no manejo e conservação de elasmobrânquios brasileiros considerando que muitos dos estudos aqui levantados tiveram como objeto de pesquisa tubarões e raias ameaçados de extinção que foram pescados apesar da proibição por lei.

### 5.1 PROPOSTAS

Considerando que a conservação de qualquer espécie envolve em primeira instância conhecê-la, sugerimos atenção à coleta de dados principalmente sobre espécies que constam como dados deficientes na lista nacional de espécies proposta pelo ICMBio para que possam ser avaliadas e incluídas na legislação vigente se necessário diante da sua nova categoria de ameaça.

Sugerimos também que as publicações que utilizam de animais provenientes da pesca sejam compiladas em um banco de dados e utilizadas como uma forma de estatística pesqueira visto que esse tipo de dado, apesar de ser fundamental, é escasso e estatísticas oficiais não são realizadas no país desde 2012 (SILVA, 2012).

Ainda, é importante que diante da quantidade de desafios à conservação das espécies de elasmobrânquios e da quantidade de prioridades e estratégias de conservação já mapeados para esses animais, que as pesquisas tenham como foco nos próximos anos colocar em prática sugestões já bem estabelecidas na literatura, tornando o conhecimento disponível em ações efetivas para a conservação dos tubarões e raias que vivem nas águas do país e que continuam sendo pescados à beira do colapso.

Também sugerimos um maior aproveitamento científico das espécies mantidas em cativeiro no Brasil através de parcerias com instituições de ensino e pesquisa de forma a preencher lacunas de conhecimento quanto a assuntos voltados ao tratamento e manipulação experimental, pesquisa laboratorial básica e comportamentais.

Esperamos que os dados aqui levantados sirvam como direcionamento e incentivo ao desenvolvimento de pesquisas e ações necessárias em áreas que carecem de conhecimento e/ou ações concretas para o entendimento e conservação dos elasmobrânquios em um de seus *hotspots* mundiais.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. S., GARLA, R., & HAZIN, F. H. Tiger sharks can connect equatorial habitats and fisheries across the Atlantic Ocean basin. **PLoS One**, 12(9), e0184763. 2017.
- AGUIAR, A. A., & VALENTIN, J. L. Biologia e ecologia alimentar de elasmobrânquios (Chondrichthyes: Elasmobranchii): uma revisão dos métodos e do estado da arte no Brasil. **Oecologia Australis**, 14(2), 464-489. 2010.
- ALMEIDA, M. P. D., BARTHEM, R. B., VIANA, A. D. S., & ALMEIDA, P. C. Diversidade de raias de água doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) no estuário amazônico. 2008.
- AWRUCH, C. A., SOMOZA, G. M., & BALDOCK, C. Chondrichthyan research in South America: Endocrinology overview and research trends over 50 years (1967–2016) compared to the rest of the world. **General and Comparative Endocrinology**, 273, 118-133. 2019.
- BALDASSIN, P., GALLO, H., & AZEVEDO, V. G. Reproduction of the Cownose ray, *Rhinoptera bonasus* Mitchell, 1815 (Elasmobranchii, Rhinopteridae), in captivity and newborn care. **Brazilian Journal of Biology**, 68, 905-906. 2008.
- BARONGI R., FISKEN F., PARKER M., GUSSET M. Committing to Conservation, The World Zoo and Aquarium conservation strategy. **World Association of Zoos and Aquariums** (WAZA) Executive Office, Switzerland. 2015.
- BARRETO, N., FERRER, D., BALDASSIN, P., & BOBANY, D. Hematological parameters in shortnose guitarfish *Zapteryx brevirostris* Müller and Henle, 1841 (Chondrichthyes, Rhinobatidae). **Revista MVZ Córdoba**, 21(1), 5265-5271. 2016.
- BEZERRA, N. P., MACENA, B. C., TRAVASSOS, P., AFONSO, P., & HAZIN, F. H. Evidence of site fidelity and deep diving behaviour of scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) around the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, in the equatorial Mid-Atlantic ridge. **Marine and Freshwater Research**, 71(6), 708-718. 2019.
- BORNATOWSKI, H., & ABILHOA, V. Tubarões e raias capturados pela pesca artesanal no Paraná: guia de identificação. **Hori Consultoria Ambiental**, Curitiba. 2012.
- CAMHI, M. Sharks and their relatives: ecology and conservation (No. 20). **IUCN**. 1998.
- CARR, P. L., HELITZER, D., FREUND, K., WESTRING, A., MCGEE, R., CAMPBELL, P. B., & VILLABLANCA, A. A summary report from the research partnership on women in science careers. **Journal of General Internal Medicine**, 34(3), 356-362. 2019.

CARRIER, J. C., MUSICK, J. A., & HEITHAUS, M. R. (EDS.). Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation. **CRC Press**. 2010.

COLBACHINI, H., PIZZUTTO, C. S., JORGE-NETO, P. N., GUTIERREZ, R. C., & GADIG, O. B. F. Body movement as an indicator of proceptive behavior in nurse sharks (*Ginglymostoma cirratum*). **Environmental Biology of Fishes**, 103(10), 1257-1263. 2020.

COMPAGNO, L. J. V. **FAO species catalogue**. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. 1984.

CONWAY, W. G. Buying time for wild animals with zoos. **Zoo biology**, 30(1), 1-8. 2011.

DA CUNHA, M. B., PERES, O. M. R., GIORDAN, M., BERTOLDO, R. R., DE QUADROS MARQUES, G., & DUNCKE, A. C. As mulheres na ciência: o interesse das estudantes brasileiras pela carreira científica. **Educación química**, 25(4), 407-417. 2014.

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

DALY, J., & JONES, R. The use of reproductive technologies in breeding programs for elasmobranchs in aquaria. The Elasmobranch Husbandry Manual II: Recent Advances in the Care of Sharks, **Rays and their Relatives**, 363-374. 2017.

De Andrade Zanoni, G., & Santos, R. S. Birth of specimens of *Dasyatis americana* (Hildebrand and Schroeder, 1928) in captive environment in Acqua Mundo Aquarium. Guarujá-SP. **Unisanta BioScience**, 3(2), 96-100. 2014.

DE SOUSA LIMA, T. P., BRUNO, C. E. M., DE AZEVEDO, V. G., & DE AMORIM, A. F. Production Performance and hematological analysis of *Zapteryx brevirostris* in a Closed System. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 4(1), 625-636. 2021.

DENT, F., & CLARKE, S. State of the global market for shark products. **FAO Fisheries and Aquaculture technical paper**, (590), I. 2015.

DOMINGUES, R. R., HILSDORF, A. W. S., & GADIG, O. B. F. The importance of considering genetic diversity in shark and ray conservation policies. **Conservation Genetics**, 19(3), 501-525. 2018.

DOS SANTOS-RIBEIRO, A. S. L., & DE AMORIM, A. F. Birth of *Narcine brasiliensis* (Chondrichthyes, Elasmobranchii) at the Santos City Aquarium in São Paulo, Brazil (2016-2018). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 4(1), 605-624. 2021.

DROESCHER, F. D., & SILVA, E. L. D. O pesquisador e a produção científica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, 19, 170-189. 2014.

DULVY, N. K., FOWLER, S. L., MUSICK, J. A., CAVANAGH, R. D., KYNE, P. M., HARRISON, L. R., & WHITE, W. T. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. **Elife**, 3, e00590. 2014.

DULVY, N. K., SIMPFENDORFER, C. A., DAVIDSON, L. N., FORDHAM, S. V., BRÄUTIGAM, A., SANT, G., & WELCH, D. J. Challenges and priorities in shark and ray conservation. **Current Biology**, 27(11), R565-R572. 2017.

FEITOSA, L. M., MARTINS, A. P. B., GIARRIZZO, T., MACEDO, W., MONTEIRO, I. L., GEMAQUE, R., & CARVALHO-COSTA, L. F. DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. **Scientific reports**, 8(1), 1-11. 2018.

FOLHA. Ranking por pesquisa científica. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2019/ranking-de-universidades/pesquisa/> Acesso em: 6 ago. de 2022.

GARNER, M. M. A retrospective study of disease in elasmobranchs. **Veterinary Pathology**, 50(3), 377-389. 2013.

GARRONE NETO, D., & HADDAD JUNIOR, V. Arraias em rios da região Sudeste do Brasil: locais de ocorrência e impactos sobre a população. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 43, 82-88. 2010.

GIARETA, E. P., PRADO, A. C., LEITE, R. D., PADILHA, É., DOS SANTOS, I. H., WOSIAK, C. D. C. D. L., & WOSNICK, N. Fishermen's participation in research and conservation of coastal elasmobranchs. **Ocean & Coastal Management**, 199, 105421. 2021.

GONÇALVES E SILVA, F., DOS SANTOS, H. F., DE ASSIS LEITE, D. C., LUTFI, D. S., VIANNA, M., & ROSADO, A. S. Skin and stinger bacterial communities in two critically endangered rays from the South Atlantic in natural and aquarium settings. **MicrobiologyOpen**, 9(12), e1141. 2020.

GONZALEZ, M. Nascimento da Raia-viola, *Zapteryx brevirostris* (Müller & Henle) (Chondrichthyes, Rhinobatidae), em cativeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21, 785-788. 2004.

GONZALEZ, M. M. B. Hifalomicose em *Mustelus schmitti* (Springer) (Chondrichthyes, Triakidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 16, 293-298. 1999.

GONZALEZ, M. M. B. Censo sul-americano de elasmobrânquios em cativeiro: tubarões e raias como recursos para pesquisa e educação. **Panam J Aquat Sci**, 1(1), 11-19. 2006.

HAGI, S. M. Molecular contributions to conservation. **Ecology**, 79(2), 413-425. 1998.



- HAZIN, F. H., AFONSO, A. S., CASTILHO, P. C., FERREIRA, L. C., & ROCHA, B. C. Regional movements of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, off northeastern Brazil: inferences regarding shark attack hazard. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 85, 1053-1062. 2013.
- HAZIN, F. H., BURGESS, G. H., & CARVALHO, F. C. A shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992–2006. **Bulletin of Marine Science**, 82(2), 199-212. 2008.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Avaliação do risco de extinção dos elasmobrânquios e quimeras no Brasil: 2010-2012**. 2016.
- IUCN, S. Guidelines on the use of ex situ management for species conservation. 2014.
- LESSA, R. Biodiversidade de elasmobrânquios do Brasil. **MMA**. 1999.
- LUCIFORA, L. O., GARCÍA, V. B., & WORM, B. Global diversity hotspots and conservation priorities for sharks. **PLoS one**, 6(5), e19356. 2011.
- MARTINS, M. F., COSTA, P. G., & BIANCHINI, A. Contaminant screening and tissue distribution in the critically endangered Brazilian guitarfish *Pseudobatos horkelii*. **Environmental Pollution**, 265, 114923. 2020.
- MORALES-AIZPURÚA, I. C., TENUTA-FILHO, A., SAKUMA, A. M., & ZENEON, O. Mercúrio total em cação comercializado em São Paulo - SP, Brasil. **Food Science and Technology**, 19, 429-432. 1999.
- NASCIMENTO, L., TEIXEIRA, J. B., CAJAÍBA, L., BARRETO, J., GIACOMO, A., BARCELOS, N., & MARTINS, A. A rare occurrence of a whale shark (*Rhincodon typus*) in a contaminated estuary in the Southwest Atlantic Ocean. **Environmental Biology of Fishes**, 104(11), 1515-1520. 2021.
- NIELLA, Y. V., AFONSO, A. S., & HAZIN, F. H. Bioecology and movements of bull sharks, *Carcharhinus leucas*, caught in a long-term longline survey off northeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 15. 2017.
- ODDONE, M. C., & VOOREN, C. M. Egg-cases and size at hatching of *Sympterygia acuta* in the south-western Atlantic. **Journal of Fish Biology**, 61(3), 858-861. 2002.
- PACOUREAU, N., RIGBY, C. L., KYNE, P. M., SHERLEY, R. B., WINKER, H., CARLSON, J. K., & DULVY, N. K. Half a century of global decline in oceanic sharks and rays. **Nature**, 589(7843), 567-571. 2021.
- PADILHA, F. L. A. Validação de métodos de colheita e avaliação espermática em raias do gênero *Potamotrygon*. 2020.



- PAIVA, M. I. G., ROSTAN, G. G., & PIRES, T. T. Captive nurse shark *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788) breeding at Projeto Tamar, northeastern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 16(1), 90-94. 2020.
- PAN Tubarões - Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Tubarões e Raias Marinhos Ameaçados de Extinção. 2014. ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-tubaroes/Sumario-pan-tubaroes-raias-site.pdf> Acesso em: 08 jul 2022.
- PASSOS, E. S. De anjos a mulheres – ideologias e valores na formação de enfermeiras. Salvador: Edufba, 2012. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/mnhy2/pdf/passos-9788523211752.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2017.
- PIMENTEL, C. R., ANDRADES, R., FERREIRA, C. E., GADIG, O. B., HARVEY, E. S., JOYEUX, J. C., & GIARRIZZO, T. BRUVS reveal locally extinct shark and the way for shark monitoring in Brazilian oceanic islands. **Journal of Fish Biology**, 96(2), 539-542. 2020.
- PIRES, N. M., GARLA, R. C., & CARVALHO, A. R. The economic role of sharks in a major ecotourism archipelago in the western South Atlantic. **Marine Policy**, 72, 31-39. 2016.
- PRADO, A. C., WOSNICK, N., ADAMS, K., LEITE, R. D., & FREIRE, C. A. Capture-induced vulnerability in male *Shortnose guitarfish* during their reproductive period. **Animal Conservation**, 25(2), 233-243. 2022.
- DE QUEIROZ, J. D., BEZERRA, N. P., MACENA, B. C., & HAZIN, F. H. Back from the dead? Not really. The tale of the Galapagos shark (*Carcharhinus galapagensis*) in a remote Brazilian archipelago. **Biological Conservation**, 256, 109097. 2021.
- ROSA, R. ELASMOBRANCHIA. **Em Zoologia no Brasil**. Estado da Arte e Perspectivas. (pp 219-225). Editora UFPR. 2019.
- ROSA, R. S., & GADIG, O. B. F. Conhecimento da diversidade dos Chondrichthyes marinhos no Brasil: a contribuição de José Lima de Figueiredo. **Arquivos de Zoologia**, 45, 89-104. 2014.
- ROSA, R. S., & MENEZES, N. A. Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces, Elasmobranchii, Actinopterygii) ameaçadas no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 13, 647-667. 1996.
- SADOWSKY, V. The hammerhead sharks of the littoral zone of São Paulo, Brazil, with the description of a new species. **Bulletin of Marine Science**, 15(1), 1-12. 1965.
- SANDOVAL-CASTILLO, J. Conservation genetics of elasmobranchs of the Mexican Pacific Coast, trends and perspectives. **Advances in Marine Biology**, 83, 115-157. 2019.

SBEEL (Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios). **Plano de Ações para Conservação e Manejo dos Estoques dos Recursos Pesqueiros**. [s.L.]: SBEEL, 100 p. 2005.

SHIBUYA, A., ZUANON, J., & TANAKA, S. Feeding behavior of the Neotropical freshwater stingray *Potamotrygon motoro* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae). **Neotropical Ichthyology**, 10, 189-196. 2012.

SILVA, F. G., & VIANNA, M. Diet and reproductive aspects of the endangered butterfly ray *Gymnura altavela* raising the discussion of a possible nursery area in a highly impacted environment. **Brazilian Journal of Oceanography**, 66, 315-324. 2018.

SILVA, N. M. DA. **MPA 2012 - Boletim estatístico da pesca e aquicultura**. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/82357107/mpa-2012-boletim-estatistico-da-pesca-e-aqui>>. Acesso em: 20 set. 2022.

SMITH, M., WARMOLTS, D., THONEY, D., HUETER, R., MURRAY, M., & EZCURRA, J. **The Elasmobranch Husbandry Manual II**. 2017.

SZPILMAN, M. **Tubarões no Brasil: guia prático de identificação**. Mauad Editora Ltda. 2004.

WEIGMANN, S. Reply to Borsa (2017): Comment on 'Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity by Weigmann (2016)'. **Journal of fish biology**, 90(4), 1176-1181. 2017.

WOOD, C. M., MATSUO, A. Y., GONZALEZ, R. J., WILSON, R. W., PATRICK, M. L., & VAL, A. L. Mechanisms of ion transport in *Potamotrygon*, a stenohaline freshwater elasmobranch native to the ion-poor blackwaters of the Rio Negro. **Journal of Experimental Biology**, 205(19), 3039-3054. 2002.

WORM, B., DAVIS, B., KETTEMER, L., WARD-PAIGE, C. A., CHAPMAN, D., HEITHAUS, M. R. & GRUBER, S. H. Global catches, exploitation rates, and rebuilding options for sharks. **Marine Policy**, 40, 194-204. 2013.

WOSNICK, N., & FREIRE, C. A. Some euryhalinity may be more common than expected in marine elasmobranchs: The example of the South American skate *Zapteryx brevirostris* (Elasmobranchii, Rajiformes, Rhinobatidae). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, 166(1), 36-43. 2013.

WOSNICK, N., ADAMS, K. R., & FREIRE, C. A. Ultrasonography as a promising methodology to indicate captured-induced abortion in viviparous elasmobranchs. **Journal of fish biology**, 93(6), 1033-1037. 2018.

WOSNICK, N., NIELLA, Y., NUNES, J., & FREIRE, C. Do physical injuries affect electroperception? A case study on the Brazilian electric ray, *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 28(1). 2018.